

Aus der Kinderklinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. A. Windorfer

Das Risiko der Herzkatheteruntersuchung von Kindern mit komplexen angeborenen Herzfehlern unter besonderer Berück- sichtigung der Herzrhythmusstörungen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Willibold Schiffelholz
aus Illertissen

1976 # 3 13

Aus der Kinderklinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. A. Windorfer

Das Risiko der Herzkatheteruntersuchung von Kindern mit komplexen angeborenen Herzfehlern unter besonderer Berück- sichtigung der Herzrhythmusstörungen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Willibold Schiffelholz
aus Illertissen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. H. Gutheil

Korreferent: Prof. Dr. A. Windorfer

Tag der mündlichen Prüfung: 16. August 1976

Meiner lieben Mutter
ich sende dir die herzlichsten Grüsse
und hoffe, du wirst sie bald
empfangen.

Meiner lieben Mutter

ich sende dir die herzlichsten Grüsse
und hoffe, du wirst sie bald
empfangen.

Herrn Professor Dr. med. H. Gutheil danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung.

Ebenso danke ich Herrn Dr. med. H. Singer für seine zahlreichen Anregungen und stete Hilfsbereitschaft.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546226_0091

VORWORT

Das Buch ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse einer von
1970 bis 1975 durchgeführten Untersuchung der Herzfehler bei
Kindern. Es ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse einer
langjährigen Zusammenarbeit zwischen dem Institut für
Kinderkardiologie und dem Institut für Kinderchirurgie
der Universität Bonn. Die Ergebnisse dieser Untersuchung
sind in diesem Buch dargestellt. Es ist eine Zusammenfassung
der Ergebnisse einer langjährigen Zusammenarbeit zwischen
dem Institut für Kinderkardiologie und dem Institut für
Kinderchirurgie der Universität Bonn. Die Ergebnisse dieser
Untersuchung sind in diesem Buch dargestellt.

**Das Risiko der Herzkatheteruntersuchung von Kindern
mit komplexen angeborenen Herzfehlern unter besonde-
rer Berücksichtigung der Herzrhythmusstörungen**

Das Buch ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse einer von
1970 bis 1975 durchgeführten Untersuchung der Herzfehler bei
Kindern. Es ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse einer
langjährigen Zusammenarbeit zwischen dem Institut für
Kinderkardiologie und dem Institut für Kinderchirurgie
der Universität Bonn. Die Ergebnisse dieser Untersuchung
sind in diesem Buch dargestellt. Es ist eine Zusammenfassung
der Ergebnisse einer langjährigen Zusammenarbeit zwischen
dem Institut für Kinderkardiologie und dem Institut für
Kinderchirurgie der Universität Bonn. Die Ergebnisse dieser
Untersuchung sind in diesem Buch dargestellt.

Inhaltsverzeichnis:

A.	Einleitung	1
B.	Hauptteil	
I.	Methodik	4
II.	Untersuchungsergebnisse, Kasuistik	9
III.	Diskussion	
	1 Indikation	44
	2 Mortalität	44
	3 Häufigkeit der Herzfehler, Untersuchungsalter	47
	4 Häufigkeit der einzelnen Herz- rhythmusstörungen	49
	5 Herzrhythmusstörung und Diagnose	52
	6 Zusammenhänge zwischen Herzrhythmus- störung, Herzfehler und Untersuchungs- alter	56
	7 Indikation und Komplikationen der Kineangiokardiographie	65
	8 Unterschiede bei kontinuierlicher und intermittierender Kontrastmittelin- jektion	70
IV.	Zusammenfassung	74
C.	Literaturverzeichnis	76

A EINLEITUNG

Die Technik der Herzkatheteruntersuchung wurde seit ihrer ersten Anwendung am Menschen (FORSSMANN 1929, Selbstversuch) und ihrer Einführung als klinisch allgemein übliche Untersuchungsmethode durch COURNAND und Mitarbeiter (1941) stetig weiterentwickelt. Nach der Verwertung vieler Erfahrungen und durch den Einsatz moderner technischer Hilfsmittel ist bei dieser Untersuchungsmethode ein Höchstmaß an Information bei größtmöglicher Sicherheit für den Patienten erreicht worden. So ist es heute, allerdings mit entsprechend höherem Risiko, möglich geworden, auch schwerkranke Neugeborene mittels der Herzkatheterung und der Kineangiokardiographie zu untersuchen. Auf die geschichtliche Entwicklung der Herzkatheteruntersuchung wird hier nicht näher eingegangen, nachdem sie im Rahmen einer ähnlichen Untersuchung an der hiesigen Kinderklinik dargestellt worden ist (RITZMANN).

Das Risiko der Herzkatheterung wird allgemein als sehr gering angesehen. Die häufigsten Komplikationen sind vorübergehende Herzrhythmusstörungen, die nur vereinzelt zu einer Gefahr für den Patienten werden. Aufgabe dieser Untersuchung war es, festzustellen, ob Kinder mit bestimmten angeborenen Herzfehlern mit charakteristischen Herzrhythmusstörungen auf die Herzkatheteruntersuchung reagieren, welche Faktoren Einfluß nehmen auf die Häufigkeit und die Art der auftretenden Arrhythmien und ob bestimmte Herzrhythmusstörungen wesentlichen Anteil am letalen Verlauf der Herzkatheteruntersuchung haben können. Besondere Berücksichtigung hinsichtlich der Ursachen für die Entstehung von Herzrhythmusstörungen fanden dabei die Auswirkungen von Kontrastmittelinjektionen bei den durchgeführten Kineangiokardiographien.

Als seltenere Komplikationen der Herzkatheteruntersuchungen sind zu nennen:

- a) Verletzung der Gefäßintima mit anschließender Thrombusbildung: Die Gefahr einer Thrombose oder Thrombophlebitis infolge der Herzkatheteruntersuchung ist gering, Lungeninfarkte werden meist durch örtliche Gefäßläsionen (Arteria pulmonalis und ihre Verzweigungen) verursacht. Die Verschleppung thrombotischen Materials aus den Venen oder dem rechten Herzhohr wird selten beobachtet und ist deshalb klinisch von untergeordneter Bedeutung (BAYER).
- b) Abriß des zur Kathetereinführung benützten Gefäßes: Im Rahmen unserer Untersuchungen war dies nur in 4 Fällen zu beobachten. Nach sofortiger Blutstillung und lokaler Versorgung zeigten sich keine weiteren Komplikationen.
- c) Perforation besonders dünner Gefäßwandungen oder traumatische Läsionen: In der Regel bleibt dies ohne schwerwiegende Folgen (BAYER), es kann jedoch im ungünstigsten Fall zur Herzbeuteltamponade führen. Erhöhte Gefahr besteht bei Neugeborenen und jungen Säuglingen (STANGER).
- d) Cerebrale Komplikationen:
Diese können verursacht werden durch thrombotische cerebrovaskuläre Verschlüsse (STANGER), besonders bei Patienten mit kompensatorischer Polyglobulie, oder durch Luftembolien. VENABLES und HILLER weisen bei 837 Herzkatheteruntersuchungen auf einen Fall von Hemiplegie infolge cerebraler Embolie nach der Herzkatheterung hin. Es handelt sich dabei um einen sechs Monate alten Säugling mit valvulärer Pulmonalstenose und offenem Foramen ovale. Luftembolien werden extrem selten beobachtet (BAYER, NADAS) und sind mit sorgfältiger Untersuchungstechnik

und einwandfrei arbeitender technischer Ausrüstung praktisch auszuschließen. So berichtet auch MC INTOSH lediglich von 2 Fällen neurologischer Komplikationen bei 12 364 Untersuchungen.

e) Renale Komplikationen:

Besonders gefährdet sind hier Neugeborene und junge Säuglinge bei denen ein reduziertes systemisches Blutvolumen vorliegt (STANGER).

f) Infektionseinschleppung:

Durch das Arbeiten unter sterilen Bedingungen ist diese Möglichkeit weithin eingedämmt worden. Bei 4 209 Herzkatheteruntersuchungen stellte RUDOLPH in 12 Fällen spätere Infektionen fest. Davon verliefen 10 lokal und schnell abheilend, lediglich ein Fall von Thrombophlebitis und eine Gangrän wurden beobachtet. Die Gefahr einer bakteriellen Endokarditis wird als weit geringer betrachtet (KROVETZ, SANDE, WINCHELL). Eine generelle Penicillinprophylaxe erwies sich als ineffektiv, ja kontraindiziert (GILLADOGA, KREIDBERG). Dabei stellte KREIDBERG fest, daß die Häufigkeit von Bakteriämien und Fieber nach der Herzkatheteruntersuchung bei insgesamt 452 Patienten durch vorherige Penicillingaben nicht zu beeinflussen war. Das aufgetretene Fieber schien eher durch Pyrogene bedingt (GOULD).

g) Abriß oder Verknotung des eingeführten Katheters:

In unserer Untersuchungsserie konnten wir nur einen derartigen Zwischenfall feststellen. In den wenigsten Fällen wird ein operatives Eingreifen notwendig (BUCHS).

Die vorliegenden Untersuchungen beschäftigen sich fast ausschließlich mit dem Entstehen von Herzrhythmusstörungen bei Kindern mit komplexen angeborenen Herzfehlern.

B I METHODIK

Krankengut: In dem der Arbeit zugrunde gelegten Berichtszeitraum der Jahre 1971 bis einschließlich 1973 wurden in der Kardiologischen Abteilung der Universitäts Kinderklinik Erlangen 941 Herzkatheteruntersuchungen durchgeführt. Diese Untersuchung über Herzrhythmusstörungen stützt sich auf 459 Herzkatheteruntersuchungen, wobei folgende Diagnosen erhoben wurden:

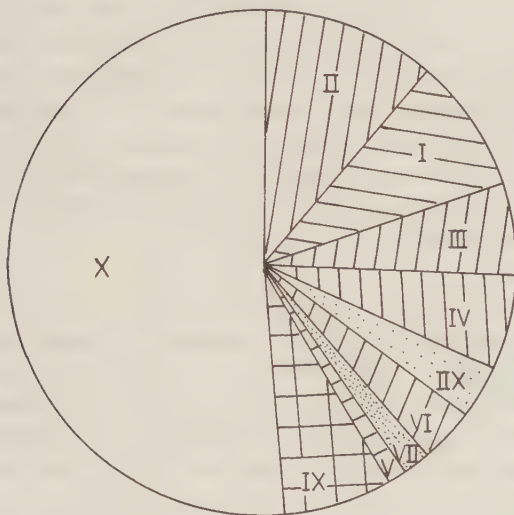
1. Aortenstenosen (81)
2. Pulmonalstenosen (104)
3. Fallot-Symptomen-Komplex (57)
4. Transposition der großen Gefäße (56)
5. Hypoplastisches Linksherz (11)
6. Hypoplastisches Rechtsherz (30)
7. Zustand nach Palliativ-Operation (18)
8. Zustand nach korrigierender Operation (33)
9. Seltene Herzfehlbildungen (69)

Bei den komplexen Herzfehlern wurde der Befund unter dem jeweils hämodynamisch führenden eingereiht.

(Über die Ergebnisse der verbleibenden 482 Herzkatheteruntersuchungen wird in einer gesonderten Darstellung berichtet. Dabei wurden Kinder mit Vorhofseptumdefekt, Ventrikelseptumdefekt, persistierendem Ductus arteriosus Botalli, AV-Kanal, Lungenvenentransposition, sowie Kinder ohne erfaßbaren kardiologischen Befund berücksichtigt. Es handelte sich somit fast ausschließlich um acyanotische Herzvitien).

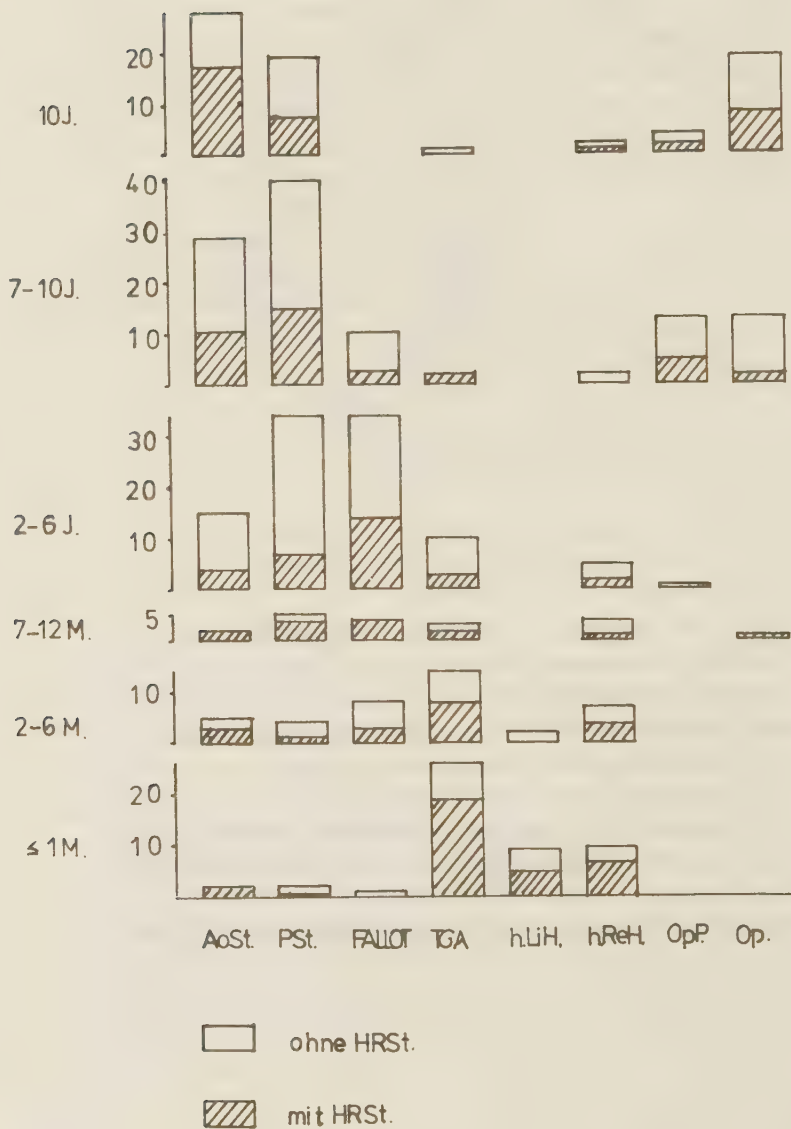
Die Häufigkeit der verschiedenen Herzfehler, wie wir sie bei 941 Herzsondierungen feststellen konnten, zeigt Abb. 1. Abb. 2 veranschaulicht die Altersverteilung unserer Patienten bei Durchführung der Herzkatheteruntersuchung.

Abb. 1: Häufigkeit der verschiedenen Herzfehler



- I Aortenstenose (8,6 %)
- II Pulmonalstenose (11,05 %)
- III Fallot Symptomenkomplex (6,05 %)
- IV TGA (Transposition der großen Arterien) (5,95 %)
- V hypoplastisches Linksherz (1,2 %)
- VI hypoplastisches Rechtsherz (3,2 %)
- VII Zustand nach Palliativoperation (1,9 %)
- VIII Zustand nach korrigierender Operation (3,5 %)
- IX seltene Herzfehlbildungen (7,3 %)
- X acyanotische angeborene Herzfehler (RITZMANN) (51,2 %)

Abb. 2: Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Herzkatheteruntersuchung, Häufigkeit der Herzrhythmusstörungen.



Untersuchungsbedingungen: Im allgemeinen, vor allem bei älteren Kindern, führten wir die Untersuchung am wachen, sedierten Kind durch. Lediglich während der Angiokardiographie wurde eine Barbiturat-Kurznarkose gegeben.

Die Prämedikation erfolgte mit Somnifen, Atosil und Atropin. Zur Kurznarkose wurde während des Berichtszeitraumes Trapanal in einer Dosierung von 2 bis 3 mg/kg Körpergewicht i.v. verwendet. Für den venösen oder arteriellen Zugang verabreichten wir zur Lokalanästhesie Scandicain ohne Suprareninzusatz.

Für die Durchführung der Herzkatheteruntersuchung und der Angiokardiographie wurden USCI-Angiokardiographiekatheter der Stärken 5 bis 7 (F) CH verwendet. Diese Katheter sind endständig verschlossen und haben 5 Seitenlöcher. Die hämodynamischen Untersuchungen erfolgten mit einem Stathamelement zur indirekten Druckregistrierung, gleichzeitig wurden fortlaufend oxymetrische Untersuchungen durchgeführt. Das EKG wurde mit der Ableitung II kontinuierlich auf 2 Monitoren aufgezeichnet.

Die Untersuchung wurde von einem Arzt ausgeführt, während einem zweiten die Überwachung des Kindes - vor allem im Hinblick auf Herzrhythmusstörungen - und die Durchführung der Kurznarkose oblag.

Beim Auftreten von erheblichen Herzrhythmusstörungen wurden auf Anordnung dieses Überwachers Kurvenabschnitte registriert, bis es zur Normalisierung der aufgetretenen EKG-Veränderung kam. Einzelne, den Ablauf der Untersuchung nicht störende, kurzfristige Herzrhythmusstörungen, hauptsächlich ventrikuläre Extrasystolen, wurden nicht registriert. Die Erfassung der Herzrhythmusstörungen erstreckte sich im wesentlichen auf solche, welche die Hämodynamik erheblich veränderten und Einfluß auf den Untersuchungsgang

nahmen. Es sind dies:

Die Sinustachykardie, die supraventrikuläre Tachykardie, das Vorhofflattern oder -flimmern, die absolute Arrhythmie, die ventrikuläre Tachykardie, das Kammerflattern oder -flimmern, die Sinusbradykardie, die av-Überleitungsstörungen, die av-Dissoziation und der Herzstillstand. Beim Auftreten mehrerer Herzrhythmusstörungen im Verlaufe einer Untersuchung wurde die schwerwiegendste für die Auswertung berücksichtigt. Sind z.B. zunächst im Laufe der Herzkatheteruntersuchung supraventrikuläre Extrasystolen aufgetreten und kommt es im späteren Verlauf zu einer Kammertachykardie, so wird als führende Herzrhythmusstörung die Kammertachykardie erfaßt. Im Rahmen der Kasuistik sind einzelne, schwerwiegende Herzrhythmusstörungen zusammengestellt.

Für die Beantwortung der Frage, welche Faktoren besonders auf die Häufigkeit und den Schweregrad von Herzrhythmusstörungen bei der Herzkatheteruntersuchung und Angiokardiographie Einfluß nehmen, wurden folgende Daten, neben der genauen Auswertung des Herzkatheterprotokolles und der mitgeschriebenen Druckkurven erfaßt: Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung, Art des Herzfehlers, Schweregrad der hämodynamischen Belastung, Erfahrung des Untersuchers, Stärke des verwendeten Herzkatheters, Technik der durchgeführten Angiokardiographien. Weiterhin wurde darauf geachtet, ob ein Zusammenhang besteht, zwischen der ausgelösten Herzrhythmusstörung und der zu diesem Zeitpunkt vorgenommenen Sondierung bestimmter Herzgefäßabschnitte. Nicht mit einbezogen werden konnten Faktoren wie Blutgasanalyse, Blutzucker, Blutelektrolytspiegel und Körpertemperatur der Kinder während der Untersuchung.

II UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Aortenstenosen:

Von 81 untersuchten Kindern mit Aortenstenose waren 33 Mädchen und 48 Jungen. Es ergibt sich somit ein Zahlenverhältnis von fast 2 : 3 zugunsten der Jungen. In den Tabellen 1 a und b sind die während der Untersuchung beobachteten Herzrhythmusstörungen, das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung, der im linken Ventrikel gemessene systolische Druck zusammengestellt. Das durchschnittliche Untersuchungsalter lag bei acht Jahren. Die meisten Untersuchungen, nämlich 70 Prozent, wurden an 7-jährigen und älteren Kindern durchgeführt. Bei Säuglingen traten am häufigsten Herzrhythmusstörungen (HRSt) auf. Das Verhältnis der aufgetretenen Rhythmusstörungen zur Zahl der Untersuchungen war 1 : 1,3. Es folgte die Gruppe der über 10-jährigen Kinder mit 1 : 1,6. Deutlich weniger HRSt sahen wir in der Gruppe der 7- bis 10-Jährigen mit einem solchen Quotienten von 1 : 2,6 und bei den 2- bis 6-Jährigen mit 1 : 3,8.

Weiter überprüften wir, ob neben dem Alter des untersuchten Kindes auch die Druckbelastung im linken Ventrikel die Häufigkeit von Herzrhythmusstörungen in dieser Patientengruppe beeinflusst. Als Parameter diente der linksventrikuläre systolische Druck. Nicht in allen Fällen waren simultane Druckmessungen im linken Ventrikel und in der Aorta möglich. Bei 51 Untersuchungen wurde der systolische Druck im linken Ventrikel gemessen (Tab. 1 b). Sowohl Kinder mit normalem (bis zu 120 mm Hg) als auch Kinder mit stark erhöhtem (über 161 mm Hg) systolischem Druck im linken Ventrikel wiesen eine hohe Rate von Herzrhythmusstörungen im Verhältnis zur Gesamtzahl der Untersuchungen mit 1 : 1,5 auf. Patienten mit geringgradig erhöhten Druckwerten (121 - 160 mm Hg) zeigten mit einem solchen

Verhältnis von 1 : 1,9 etwas weniger Rhythmusstörungen.

Tab. 1: Patienten mit Aortenstenose

a) Herzrhythmusstörung und Alter

b) Herzrhythmusstörung und systolischer Druck
im linken Ventrikel (mm Hg)

a)

b)

	1 J	2-6 J	7-10 J	10 J	-120	121-160	161-	n.g. ^{*)}	Summe
ohne HRSt	2	11	18	10	5	11	5	20	41
Sin.-Tach.	3	1	1	2	3	4			7
Ka.-Tach.		2	7	9	2	4	6	6	18
Cor.sin.Rh.	1				1				1
av-Kn.Rh.	1		1		1			1	2
absol.Arrh.		1	1		1	1			2
Sin. Brad.				7	1	2	1	3	7
AV-Bl. I u. II	1		1		1	1			2
AV Diss.	1				1				1
Summe	9	15	29	28	16	23	12	30	81

*) n.g.: Wert nicht gemessen

Der Einfluß der Katheterstärke auf die Häufigkeit der Rhythmusstörungen wurde ebenfalls untersucht: In 29 Fällen wurden Katheter der Stärke 5 CHARRIÈRE verwendet, dabei kam es 16 mal zu Rhythmusstörungen (1 : 1,8). Bei 49 Untersuchungen, davon 23 mit HRSt (1 : 2,1) wurden Katheter der Stärke 6 CHARRIÈRE benützt.

Auch der Einfluß, den die Erfahrung des Untersuchers im Hinblick auf die Häufigkeit der HRSt nahm, wurde erfaßt. So waren bei drei Untersuchern, die überwiegend die Katheterungen durchführten, Störungsraten von 1 : 1,6, 1 : 2,1 und 1 : 2,7 zu verzeichnen.

Im einzelnen wurden folgende HRSt festgestellt: Sinustachykardie (7), Kammertachykardie (18), Coronarsinusrhythmus (1), AV-Knotenrhythmus (2), absolute Arrhythmie (2), Sinusbradykardie (7), AV-Block 1. und 2. Grades (2), AV-Dissoziation (1). 2 der 3 Kinder, bei denen AV-Blöcke auftraten, waren unter einem Monat alt. Eines davon, ein 16 Tage alter Junge, bekam während der Untersuchung eine AV-Dissoziation, die sich auf O₂-Zufuhr und Gabe von Alupent nicht besserte. Er verstarb wenige Stunden nach der Untersuchung.

Pulmonalstenosen:

Bei 104 Herzkatheterungen wurde die Diagnose "Pulmonalstenose" gestellt (= 11 % Gesamtanteil), davon entfielen 53 auf Mädchen und 51 auf Jungen. Die Altersverteilung ist dargestellt in Tabelle 2 a. Das Durchschnittsalter der untersuchten Patienten beträgt hier 6 Jahre 4 Monate. Die Gruppe der Säuglinge stellt mit 11 Patienten den kleinsten Anteil. Mit einem Verhältnis von 1 : 1,8 sind HRSt in dieser Patientengruppe am häufigsten vertreten: Dabei war 1 Fall von Vorhofflimmern bei einem 2 Tage alten Säugling zu verzeichnen. Ein Säugling von 4 Monaten mit infundibulärer Pulmonalstenose verstarb am Tag nach der Herzkatheterung, obgleich er diese ohne Rhythmusstörung überstanden hatte. Mit einem Verhältnis von 1 : 5,7 boten die 2- bis 6-Jährigen (34 Untersuchungen) am wenigsten Rhythmusstörungen, 40 Kinder mit Pulmonalstenose waren zwischen 7 und 10 Jahren alt. Bei ihnen betrug die Rate der HRSt 1 : 2,9, deutlich höher als bei der

vorhergehenden Gruppe. Bei Kindern über 10 Jahren war die Störungsrate mit 1 : 3,2 ebenfalls höher.

In allen Fällen wurde der systolische Druck im rechten Ventrikel gemessen (Tab. 2 b). Bei der Einteilung in drei Schweregrade der rechtsventrikulären Druckbelastung fanden wir ein ziemlich gleichmäßiges Bild: Eine geringfügig kleinere Störungsrate war bei Kindern mit einem systolischen Druck im rechten Ventrikel von 61 - 100 mm Hg mit 1 : 4,4 festzustellen gegenüber 1 : 3,3 (bis 60 mm Hg) und 1 : 3 (über 100 mm Hg). Bei den Patienten mit stark erhöhtem systolischem Druck im rechten Ventrikel (über 100 mm Hg) zeigten sich jedoch erheblich schwerere Herzrhythmusstörungen (Tab. 2 b): 1 absolute Arrhythmie, 1 AV-Block I - II, sowie 3 Fälle von AV-Dissoziation.

Die Katheterstärken beschränkten sich auf die Größen 5 und 6 CHARRIÈRE, lediglich einmal wurde ein dünnerer Katheter benutzt (4 CH). Die Störungsraten waren 1 : 2,6 und 1 : 2,9.

Tab. 2: Patienten mit Pulmonalstenose

a) Herzrhythmusstörung und Alter

b) Herzrhythmusstörung und systolischer Druck
im rechten Ventrikel (mm Hg)

	a)				b)			
	1 J	2-6 J	7-10 J	10 J	60	61-100	100	Summe
ohne HRSt	7	28	26	13	34	24	16	74
Sin.-Tach.	2	1	2		3	2		5
Vorh.-Fla.	1					1		1
Ka.-Tach.	1	2	7	6	11	2	3	16
Cor.sin.Rh.			1			1		1
abs.Arrh.		1					1	1
AV-Bl. I u. II		2	1				3	3
AV-Diss.		2	1				3	3
Summe	11	36	38	19	49	31	24	104

Die Katheterung^{en} wurden wieder überwiegend von 3
Untersuchern durchgeführt. Die Störungsraten bewegten
sich dabei von 1 : 2,9 und 1: 3,1 bis 1 : 5.

Im einzelnen waren diese HRSt zu beobachten: Kammer-
tachykardie (16), Sinustachykardie (5), AV-Dissozia-
tion (3), AV-Block I und II (3), Vorhofflattern (1),
Coronarsinusrhythmus (1) und absolute Arrhythmie (1).

FALLOT-Tetralogie und Pentalogie:

Mit 57 Katheterungen erreicht die Gruppe der FALLOT-Tetralogie und Pentalogie 6 % der gesamten Untersuchungen. 25 der untersuchten Kinder waren Mädchen, 32 Jungen. Das mittlere Untersuchungsalter betrug 3 Jahre 6 Monate. Ein Säugling war jünger als 1 Monat, er zeigte keine Rhythmusstörung während der Katheterung. Bei 8 Kindern im Alter von 2 - 6 Monaten waren eine AV-Dissoziation und ein AV-Block 1. Grades zu verzeichnen. In der folgenden Altersgruppe von 7 - 12 Monaten reagierten alle 4 Kinder mit HRSt.: 1 Kammertachykardie, 1 Coronarsinusrhythmus, 1 AV-Block und 1 Asystolie waren zu beobachten. Diese entwickelte sich bei einem 7 Monate alten Mädchen mit FALLOT-Tetralogie. Die Patientin verstarb kurz nach der Katheteruntersuchung an einem Vorderwandinfarkt. Die meisten Patienten (34) kamen im Alter zwischen 2 und 6 Jahren zur Untersuchung. 13 von ihnen bekamen Rhythmusstörungen, davon 3 einen AV-Block, 4 eine AV-Dissoziation, 3 eine Sinustachykardie und 3 eine Kammertachykardie. 10 Kinder gehörten der Altersgruppe zwischen 7 und 10 Jahren an, 2 reagierten mit einer Kammertachykardie und eines mit einem AV-Block (siehe Tabelle 3 a).

Zur Frage, ob die allgemeine Sauerstoffsättigung Einfluß nimmt auf die Häufigkeit von HRSt. bei Herzkatheteruntersuchungen, wurde die O_2 -Sättigung des gemischt venösen Rückflusses als Parameter benützt, da nicht in allen Fällen die Sauerstoffsättigung der Aorta bestimmt worden war. Berechnet wurde sie nach der Formel:

$$\frac{2 \times S_{O_2VCi} + SO_2VCs}{3}$$

(zweimal Sauerstoffsättigung der Vena Cava inferior plus einmal Sauerstoffsättigung der Vena Cava superior dividiert durch drei). Nach der Aufteilung des Krankenguts in Gruppen bis zu 60 %, 61 - 75 % und über 75 % O_2 -Sättigung des venösen Rückflusses, zeigte sich folgendes Bild (Tab. 3 b): 23 Kinder hatten bis zu 60 % O_2 -Sättigung im venösen Rückfluß,

davon waren 10 mit Arrhythmien, ein Verhältnis von 1 : 2,3. 28 Patienten hatten 61 - 75 % O₂-Sättigung, davon 12 mit Rhythmusstörungen, ebenfalls ein Verhältnis von 1 : 2,3. Die Gruppe über 75 % O₂-Sättigung betraf 6 Kinder, eines davon mit Rhythmusstörung. Störungen des Säure-Basenhaushaltes wurden nicht regelmäßig registriert, so daß über deren Beziehungen zur Häufigkeit von HRSt. nichts ausgesagt werden konnte.

Die Berücksichtigung des Hämatokritwertes mit einer Einteilung der Patienten in Gruppen bis zu 59 Vol. % Hk, 60 - 65 Vol. % und über 65 Vol. % ergab folgendes: 47 Kinder entfielen auf die erste Gruppe, 22 davon mit Rhythmusstörungen und 6 auf die zweite Gruppe, davon 2 mit Tachykardien. Lediglich 4 Kinder waren in die dritte Gruppe einzuordnen, alle 4 blieben ohne Rhythmusstörungen.

Die verwendeten Katheterstärken waren 44 mal 5 CHARRIÈRE, 11 mal 6 CH und 2 mal 4 CH. Ein nennenswerter Unterschied in der Häufigkeit von HRSt. bei Verwendung der verschiedenen Katheterstärken konnte dabei nicht festgestellt werden.

Die Patienten wurden hauptsächlich von zwei Untersuchern behandelt, die Störungsraten waren 1 : 1,5 und 1 : 2,2.

Tabelle 3: Patienten mit FALLOT-Tetralogie und
Pentalogie

- a) Herzrhythmusstörung und Alter
b) Herzrhythmusstörung und Sauerstoffsättigung des venösen Rückflusses
(Sättg. % O₂)

a)

b)

	-1 J	2-6 J	7-10 J	-60 %	61-75 %	-75 %	Summe
ohne HRSt.	6	21	7	13	16	5	34
Sin.-Tach.		3		1	2		3
Ka.-Tach.	1	3	2	1	4	1	6
Cor.sin.Rh.	1			1			1
AV-Bl. I u. II	2	3	1	2	4		6
AV-Diss.	2	4		5	1		6
Asystolie	1				1		1
Summe	13	34	10	23	28	6	57

Transposition der großen Gefäße:

Die Diagnose "Transposition der großen Gefäße (TGA)" betraf 56 Kinder. Darunter waren 18 Mädchen und 38 Jungen, das Verhältnis von weiblich zu männlich betrug 1 : 2,1. Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung lag bei 12 Monaten. 26 Untersuchungen wurden bei Säuglingen unter einem Monat durchgeführt. Das Verhältnis der aufgetretenen Rhythmusstörungen zur Gesamtzahl der Untersuchungen ist hier 1 : 1,4. Dabei kam es in 2 Fällen zur Asystolie, in 7 zur AV-Dissoziation, in 5 zum AV-Block I-II,

in 3 zur Sinusbradykardie, in 1 zum Kammerflattern und in 1 zum AV-Knotenrhythmus. 14 Patienten waren zum Zeitpunkt der Untersuchung 2 - 6 Monate alt. 8 von ihnen reagierten mit Arrhythmien, ein Verhältnis von 1 : 1,7. Darunter waren 3 AV-Dissoziationen, 1 AV-Block I - II, 1 absolute Arrhythmie, 1 Coronarsinusrhythmus und 2 Kammertachykardien. Nur 3 Kinder waren im Alter von 7 bis 12 Monaten, bei einem war eine AV-Dissoziation und bei einem ein AV-Block zu beobachten, das dritte Kind überstand die Untersuchung komplikationslos. 13 Kinder waren über zwei Jahre alt, davon jedoch 10 unter sechs Jahren. Hier liegt die Störungsrate bei 1 : 2,6, es kam nur in einem Fall zum Auftreten eines AV-Blockes (Tab. 4 a).

Ausgehend von der O_2 -Sättigung im rechten Ventrikel ergab sich folgendes Bild: Eingeteilt in 3 Gruppen, bis zu 45 Sättigungsprozent O_2 , 45 - 60 % und über 60 %, waren 27 Kinder in der ersten, 6 in der zweiten und 22 in der dritten Gruppe (Tab. 4 b). Die Verhältniszahlen der HRSt. waren: 1 : 1,6, 1 : 1,5 und 1 : 1,7.

Bei der Messung des systolischen Druckes im linken Ventrikel wiesen 12 Kinder einen solchen von weniger als 40 mm Hg und 34 von mehr als 40 mm Hg auf. Bei 10 Kindern war es nicht möglich, den Druck im linken Ventrikel zu messen. Die ermittelten Störungsraten liegen bei 1 : 1,7 und 1 : 1,6.

Die Betrachtung des Hämatokritwertes von Patienten mit TGA zeigte folgendes: 31 Kinder, davon 17 mit HRSt. hatten einen Hämatokritwert von bis zu 59 Vol. %. 14 Kinder, davon 11 mit HRSt. wiesen 60 bis 65 Vol. % Hämatokrit auf und 10, davon 5 mit Arrhythmien lagen über 65 Vol. % Hämatokrit.

Tabelle 4: Patienten mit Transposition der großen Gefäße

a) Herzrhythmusstörung und Alter

b) Herzrhythmusstörung und Sauerstoffsättigung im rechten Ventrikel
(Sättigungsprozent O_2)

a)

b)

	1 M	2-6 M	7-12 M	2-6 J	7-10 J	10 J	45	45-60	60	Summe
ohne HRSt	7	6	1	7		1	10	3	9	22
Sin.-Tach.					1				1	1
Ka.-Tach.		2		2				1	3	4
Ka.-Fla.	1						1			1
Cor.Sin.Rh.		1			1		2			2
AV-Kn.-Rh.	1								1	1
abs.Arrh.		1					1			1
Sin.-Brad.	3						2		1	3
AV-BI. I u. II	5	1	1	1			3	1		8
Av-Diss.	7	3	1				6	2	3	11
Asystolie	2						2			2
Summe	26	14	3	10	2	1	27	7	22	56

Allein 48 Patienten wurden von demselben, d.h. erfahrensten Arzt untersucht. Somit lassen sich bei dieser Patientengruppe keine Vergleiche zwischen der Häufigkeit der Herzrhythmusstörungen und der Erfahrung des Untersuchers ziehen.

In fast allen Fällen (53) wurden Katheter der Stärke 5 CHARRIÈRE benützt.

Entsprechend der Schwere des Krankheitsbildes kam es zu 4 Todesfällen während oder kurz nach der Untersuchung. Dies entspricht einer Letalität von 7 %.

Hypoplastisches Linksherz:

11 Säuglinge, darunter 6 weibliche und 5 männliche, hatten ein hypoplastisches linkes Herz. Das entspricht einem Gesamtanteil von 1,2 % aller untersuchten Kinder. Mit dieser Diagnose sind 9 Fälle von Aortenatresie und 2 Fälle von Mitralatresie zusammengefaßt. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren 9 Patienten jünger als einen Monat, ja zum Teil nur wenige Tage alt, 2 Patienten waren im Alter von 2 - 6 Monaten (Tab. 5 a).

5 der untersuchten Säuglinge zeigten schwere Herzrhythmusstörungen: Kammerflimmern (2), AV-Dissoziation (2) und Asystolie (1).

Die Höhe der O_2 -Sättigung des gemischt venösen Rückflusses konnte nur bei 7 Kindern überprüft werden (Tab. 5 b). 5 der 6 Kinder ohne HRSt wiesen eine O_2 -Sättigung von weniger als 60 Vol. % auf.

Der systolische Pulmonalisdruck konnte bei 8 Patienten gemessen werden (Tab. 5 c). Alle Werte lagen über 40 mm Hg. 5 dieser Patienten zeigten keine HRSt.

Der Hämatokritwert bewegte sich bei den Kindern ohne HRSt. zwischen 41 und 59 Vol. % (Tab. 5 d). Bei allen übrigen Patienten mit HRSt., mit Ausnahme von einem, lag er zwischen 60 und 70 Vol. %.

9 der 11 Untersuchungen wurden wieder vom erfahrensten Arzt durchgeführt. Vergleiche zwischen der Häufigkeit der HRSt. und der Erfahrung des Untersuchers entfallen somit.

Ebenso wurde in 10 Fällen ein Katheter der Stärke 5 CHARRIÈRE benutzt, nur in einem Fall ein Katheter der Stärke 4 CHARRIÈRE.

3 Todesfälle ereigneten sich: ein 2 Tage alter männlicher Säugling bekam unvermittelt eine AV-Dissoziation und wenig später Kammerflattern. Die Kardioversion stabilisierte den Herzrhythmus nur kurzfristig, das Kind starb nach der Untersuchung. 2 weitere Patienten, ein 1 Tag alter männlicher und ein 18 Tage alter weiblicher Säugling verstarben am Tag nach der Untersuchung trotz Reanimationsmaßnahmen. Bei dem männlichen Säugling führte eine Herzbeutel-tamponade zum Tode, während das Mädchen nach Kammerflattern verstarb.

Tabelle 5: Patienten mit hypoplastischem Linksherz

- a) Herzrhythmusstörung und Alter
- b) Herzrhythmusstörung und O₂-Sättigung des gemischt venösen Rückflusses (Sättigungs-Prozent)
- c) Herzrhythmusstörung und systolischer Pulmonalalldruck (mm Hg)
- d) Herzrhythmusstörung und Hämatokrit (Vol. %)

a) b) c) d)

	1 M	2-6 M	6-60	61-75	n.g.*	40	n.g.*	40-59	60	Summe
ohne HRSt.	4	2	5		1	5	1	6		6
Ka.-Fli.	2			1	1	2			2	2
AV-Diss.	2		1		1	1	1		2	2
Asystolie	1				1		1	1		1
Summe	9	2	6	1	4	8	3	7	4	11

*) n.g. = nicht gemessen

Hypoplastisches Rechtsherz:

30 Kinder wurden in die Diagnosengruppe "hypoplastisches Rechtsherz" eingeordnet. Dies entspricht einem Anteil von 3,2 % aller untersuchten Kinder. Es handelte sich um je 15 Mädchen und Jungen mit Pulmonal- oder Trikuspidalatresie. 10 Kinder waren 1 Monat alt oder jünger, 7 zwischen 2 und 6 Monate alt, 4 zwischen 7 und 12 Monate, 5 zwischen 2 und 6 Jahre, 2 zwischen 7 und 10 Jahre und 2 über 10 Jahre (Tab. 6 a).

HRSt. bekamen 13 Kinder, davon waren 7 im Alter von 1 Monat oder jünger. Bei ihnen waren zu beobachten: absolute Arrhythmie (1), Sinusbradykardie (1), AV-Block I - II (3), AV-Dissoziation (1) und Asystolie (1). Dies ergibt ein Verhältnis der aufgetretenen Rhythmusstörungen zur Zahl der Untersuchungen von 1 : 1,4. Bei der nächsten Altersgruppe von 2 bis 6 Monaten zeigten 3 von 7 Kindern Rhythmusstörungen, was einem Verhältnis von 1 : 2,3 entspricht. Es kam dabei zu Sinustachykardie (1), AV-Block I - II (1) und AV-Dissoziation (1). In den folgenden Altersgruppen kam es zu anteilmäßig weniger HRSt. Die sinkende Quote der HRSt. bei ansteigendem Alter gibt Abbildung 3 wieder. 4 Kinder verstarben wenige Stunden nach Beendigung der Untersuchung nach erfolgloser Reanimation und maschineller Beatmung.

Die Sauerstoffsättigung des gemischt venösen Rückflusses lag bei den Kindern ohne HRSt. in 8 Fällen unter 60 %, bei weiteren 8 zwischen 61 und 75 % und in einem Fall über 75 % (Tab. 6 b). 12 der 13 Kinder mit Rhythmusstörungen hatten dagegen eine Sauerstoffsättigung des gemischt venösen Rückflusses von weniger als 60 %, waren also schwer hypoxämisch.

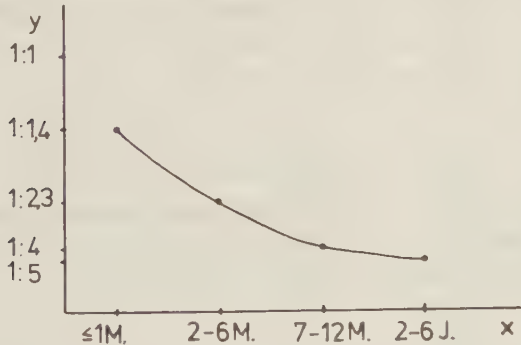
Hinsichtlich des Hämatokrits hatten 20 Kinder Werte zwischen 40 und 59 Vol. %, davon 9 mit Rhythmusstö-

rungen (Tab. 6 c). Zwischen 60 und 65 Vol. % lagen 5 Kinder, 3 mit Rhythmusstörungen. Mit über 65 Vol. % wiesen 5 Kinder eine deutliche Polyglobulie auf, jedoch bekam nur eines Rhythmusstörungen.

Wie schon bei zwei vorausgegangenen Gruppen wurden auch hier die meisten Patienten (24) vom erfahrensten Arzt untersucht, ein Vergleich der Häufigkeit von HRSt. bei verschiedenen Untersuchern entfällt.

An Katheterstärken wurden 24 mal 5 CHARRIÈRE, 5 mal 6 CHARRIÈRE und 1 mal 4 CHARRIÈRE benützt.

Abbildung 3: Häufigkeit der HRSt in den verschiedenen Altersgruppen



x = Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung.

y = Verhältnis der aufgetretenen Herzrhythmusstörungen zur Gesamtzahl der Untersuchungen.

Tabelle 6: Patienten mit hypoplastischem Rechtsherz

- a) Herzrhythmusstörung und Alter
 b) Herzrhythmusstörung und Sauerstoffsättigung des gemischt venösen Rückflusses
 c) Herzrhythmusstörung und Hämatokrit (Vol. %)

	1 M	2-6 M	7-12 M	2-6 J	7-10 J	10 J	60	61-75	75	40-59	60-65	65	Summe
ohne HRSt.	3	4	3	4	2	1	8	8	1	11	2	4	17
Sin.-Tach.		1					1			1			1
Ka.-Tach.						1		1			1		1
abs. Arrh.	1						1			1			1
Sin.-Brad.	1						1			1			1
AV-Bl. I u. II	3	1		1			5			2	2	1	5
AV-Diss.	1	1	1				3			3			3
Asystolie	1						1			1			1
Summe	10	7	4	5	2	2	20	9	1	20	5	5	30

Zustand nach Palliativ-Operationen:

Zur Kontrolluntersuchung nach einer vorausgegangenen Palliativ-Operation kamen 18 Kinder, das entspricht 1,9 % des gesamten Untersuchungsgutes. Bei 15 von ihnen bestand die Palliativ-Operation im Anlegen einer WATERSTON-COOLEY-Anastomose, einer Seit-zu-Seit-Verbindung der ascendierenden Aorta mit der rechten Pulmonalarterie. 2 Kinder hatten eine BLALOCK-TAUSSIG-Anastomose, wobei eine Arteria subclavia mit dem gleichseitigen Pulmonalarterienast Seit-zu-Seit vereinigt wurde. Es handelte sich um Kinder mit FALLOT-Tetralogie und Pentalogie. In einem Fall bestand die Palliativoperation in der Vergrößerung des Vorhofseptumdefektes bei fehleinmündender Vena cava inferior in den linken Vorhof und Hypoplasie des rechten Ventrikels. Das Durchschnittsalter dieser Patienten lag bei 8 Jahren 8 Monaten. 13 Kinder gehörten der Altersgruppe zwischen 7 und 10 Jahren an (Tab. 7 a). Das Verhältnis der aufgetretenen Rhythmusstörungen zur Anzahl der Untersuchten ist 1 : 2,6, fast identisch mit dem bei FALLOT-Tetralogie (1 : 2,5).

Bei 6 Patienten mit HRSt. war ein systolischer Druck im rechten Ventrikel von mehr als 100 mm Hg zu messen (Tab. 7 b). Das Verhältnis der aufgetretenen Rhythmusstörungen zur Gesamtzahl der Untersuchungen war 1 : 1,8.

Der Hämatokritgehalt lag bei 13 Kindern zwischen 41 und 60 Vol. %. Die diesbezüglichen Meßwerte sind aus Tabelle 7 c zu ersehen.

Wieder wurden die meisten Untersuchungen (14) vom erfahrensten Arzt ausgeführt. An Katheterstärken wurden 6 mal 5 CHARRIÈRE (keine HRSt.) und 12 mal 6 CH (7 HRSt.) benützt.

Zustand nach korrigierender Operation:

Kontrollkatheterungen nach vorausgegangenen Operationen nehmen mit 33 Patienten einen Anteil von 3,5 % aller untersuchten Kinder ein. Das Durchschnittsalter liegt hier bei 10 Jahren 7 Monaten. Im Hinblick auf die Geschlechtsverteilung ergibt sich ein ausgeglichenes Verhältnis von 17 Mädchen zu 16 Jungen. Die durchgeführten Operationen waren überwiegend Verschluß von Ventrikel- und Vorhofseptumdefekten, teilweise mit Restdefekt, sowie Verschluß eines persistierenden Ductus arteriosus Botalli. In 4 Fällen lag eine Totalkorrektur der FALLOT-Pentalogie vor mit Restdefekt des Ventrikelseptums. Ferner wurden postoperative Kontrolluntersuchungen nach Korrektur einer Aortenstenose (4), einer Pulmonalstenose (4) sowie eines Aneurysmas bei bestehender totaler Lungenvenentransposition (1) vorgenommen.

Die Zahl der aufgetretenen HRSt. zur Gesamtzahl der Untersuchungen blieb bei einem Verhältnis von 1 : 3 (Tab. 8 a). Es kam in 6 Fällen zu Kammertachykardie, in 2 zu Sinusbradykardie und in jeweils einem zu Kammerersatzrhythmus, Coronarsinusrhythmus und absoluter Arrhythmie.

Der systolische Druck, gemessen im rechten Ventrikel, war bei 17 Kindern, davon 4 mit Rhythmusstörungen, unter 50 mm Hg, bei 11 Kindern, davon 4 mit Arrhythmien im Bereich von 51 bis 100 mm Hg (Tab. 8 b). Nur in einem Fall von Kammertachykardie lag der rechtsventrikuläre systolische Druck über 100 mm Hg.

Bei Kindern mit einem Hämatokritwert von 41 bis 60 Vol. % fanden wir eine vergleichsweise höhere Anzahl von Arrhythmien als bei Kindern mit einem Hämatokrit von weniger als 41 Vol. %. Die vollständigen Meßwerte sind aus Tabelle 8 c zu ersehen.

Die Katheterungen wurden von 3 Untersuchern durchgeführt, dabei waren die Arrhythmien 1 : 2,1, 1 : 4,5 und 1 : 5.

Katheter der Stärke 5 CHARRIERE wurden in 12 Fällen (6 Arrhythmien), solche der Stärke 6 CH in 21 Fällen (5 Arrhythmien) verwendet.

Tabelle 8: Patienten nach Operationen

- a) Herzrhythmusstörung und Alter
 b) Herzrhythmusstörung und systolischer Druck im rechten Ventrikel
 (mm Hg)
 c) Herzrhythmusstörung und Hämatokrit (Vol. %)

a) b) c)

	7-12 M	7-10 J	10 J	50	51-100	100	n.g.*	40	41-60	65	Summe
ohne HRSt.		11	11	13	7		2	16	6		22
Ka.-Tach.			6	2	1	1	2	1	4	1	6
Ka.Ers.Rh.	1				1			1			1
Cor.Sin.Rh.			1	1					1		1
abs. Arrh.		1			1			1			1
Sin.-Brad.		1	1	1	1			2			2
Summe	1	13	19	17	11	1	4	21	11	1	33

*) n.g. = nicht gemessen

Seltene Herzfehlbildungen:

69 Patienten, ein Gesamtanteil von 7,3 %, wurden unter dem Begriff "seltene Herzfehlbildungen" zusammengefaßt. Eine gezielte Auswertung der HRSt. im Sinne der vorausgegangenen Patientengruppen war wegen der Vielfalt der vorliegenden Krankheitsbilder nicht möglich. Im einzelnen wurden folgende Diagnosen erstellt:

Korrigierte Transposition der großen Gefäße (5)
Truncus aortalis communis Typ I - III (11)
Lageanomalien (13)
Mitralinsuffizienz (6)
Pulmonale Hypertension ohne erkennbare Herzfehlbildungen (3)
Renale Hypertension (1)
EBSTEIN-Anomalie mit Vorhofseptumdefekt (2)
Metastase eines Chondrosarkoms (1)
Mediastinaltumor (1)
BLAND-WHITE-GARLAND-Syndrom (2)
Kardiomyopathie (3)
Endokardfibrose (2)
WILLIAMS-BEUREN-Syndrom (2)
Kombiniertes Aortenvitium (1)
Kombiniertes Mitralvitium (2)
Erweiterung des Bulbus Aortae (1)
Ektasie der Aorta ascendens mit Aortenklappeninsuffizienz (1)
Doppelter Aortenbogen mit Ventrikelseptumdefekt (2)
Singulärer Ventrikel mit Begleitmißbildungen (3)
Totale Lungenvenentransposition mit Vorhofseptumdefekt (4)
Ektasie der Arteria Pulmonalis (1)
Lungengefäßmißbildung (2).

Im Verlauf dieser Untersuchungen verstarb ein 3 Monate alter weiblicher Säugling mit Truncus aortalis communis nach vorausgegangener AV-Dissoziation.

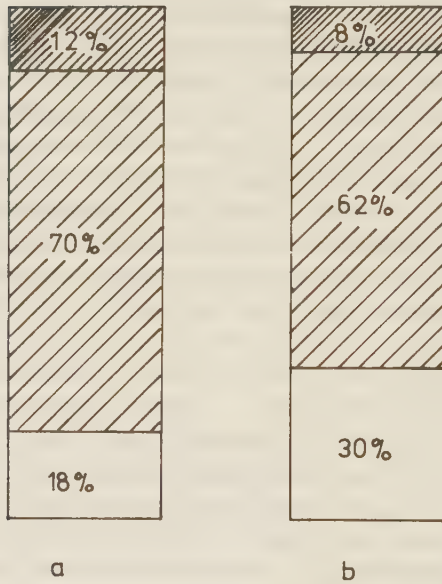
Untersuchungsergebnisse Angiokardiographie:

Die während der Kineangiokardiographie aufgetretenen HRSt. beschränkten sich nahezu ausnahmslos auf Extrasystolen, supraventrikulären oder ventrikulären Ursprungs. In der zahlenmäßigen Auswertung wurden Angiokardiographien mit intermittierender und kontinuierlicher Injektion des Kontrastmittels getrennt behandelt. Bei 390 Patienten wurden im Verlauf von Herzkatheteruntersuchungen insgesamt 600 Angiokardiographien durchgeführt, davon waren 455 kontinuierlich = 75,8 Prozent und 145 intermittierend = 24,2 Prozent. Im Durchschnitt wurden somit bei 2 Herzkatheteruntersuchungen 3 Angiokardiographien gemacht. Der Ort der Kontrastmittelinjektion und die dabei aufgetretenen Herzrhythmusstörungen sind aus Tabelle 9 ersichtlich.

Bei intermittierender Kontrastmittelinjektion kam es in 18 % zu keinerlei HRSt, in 70 % zu einzelnen Extrasystolen und in 12 % zu Kammertachykardien oder durchgehend zu Extrasystolen, d.h. der Quotient, gebildet aus der Zahl der geschriebenen Herzaktionen dividiert durch die Zahl der Extrasystolen war kleiner oder gleich zwei. Bei kontinuierlicher Kontrastmittelinjektion waren in 30 % keine HRSt, in 62 % einzelne Extrasystolen und in 8 % Kammertachykardien oder durchgehend Extrasystolen zu beobachten. Abbildung 4 zeigt die prozentuale Verteilung der bei der Angiokardiographie aufgetretenen Herzrhythmusstörungen.

In 3 Fällen, alle bei kontinuierlicher Kontrastmittelinjektion, kam es zu intramuralen Kontrastmitteldépôts. Dies entspricht einem Prozentsatz von 0,5 der ausgeführten Angiokardiographien. Die Kontrastmittelinjektion erfolgte in einem Fall in die Aorta, in den beiden anderen Fällen in den rechten Ventrikel. Dabei verstarb ein 2 Tage alter Säugling mit Transposition

Abb. 4: Häufigkeit der Herzrhythmusstörungen bei
a) intermittierender
b) kontinuierlicher Kontrastmittelinjektion



ohne HRSt.



mit einzelnen Extrasystolen



Kammertachykardie oder durch-
gehend Extrasystolen

der großen Gefäße infolge einer ausgedehnten Myokardverletzung nach intramuraler Injektion in den rechten Ventrikel. Die beiden anderen Patienten erholten sich nach kurzzeitiger Arrhythmie (siehe Kasuistik Fall: R. Thomas).

Tabelle 9: Ort der Kontrastmittelinjektion und dabei aufgetretene Herzrhythmusstörungen bei
a) intermittierender
b) kontinuierlicher Kontrastmittelinjektion

a)

b)

	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	VII
Vorhof re.							9	3	1			13	23
Ventr. re.	9	53	15	1	9	87	52	126	54	3	20	255	342
Art. pulm.	3		1			4	3	1	1			5	9
Vorhof li.	5					5	35	6	2			43	48
Ventr. li.	5	27	6	5	2	45	30	67	23	5	6	131	176
Aorta	4					4	6	2				8	12
Summe	26	80	22	6	11	145	135	205	81	8	26	455	600
% Ges.Anteil	18	55	15	4	8	100	30	45	17	2	6	100	

I ohne HRSt.
II Extrasystolen anfangs
III Extrasystolen nach der fünften Herzaktion
IV durchgehend Extrasystolen
V Kammertachykardie
VI Summe
VII Gesamtzahl

Kasuistik:

Beispiel: Intramurale Injektion, av-Block 2. Grades

Name: R. Thomas

geb.: 22.11.1969

Kr.Bl.Nr.: 1012/71

HKU Nr.: 1500, 9.3.1971

AKG Nr.: 1203/1204

Anamnese: 1. Kind gesunder Eltern, Gedeihschwierigkeiten, hypoxämische Anfälle, im Schlaf oft aufgeschrien, blau geworden.

Befund: 15 1/2 Monate alter Junge mit deutlicher Cyanose, Trommelschlegelfinger, Uhrglasnägel; Leber vergrößert, Leberrand 2 cm unterhalb des rechten Rippenbogens tastbar. Systolikum Grad 3/VI mit Punctum maximum über dem 3. ICR links.

Röntgen: Deutlich nach links verbreitertes Herz, angehobene Herzspitze, Lungengefäßzeichnung vermindert.

EKG: Rechtstyp, rudimentärer Rechtsschenkelblock, Rechtshypertrophie, in den Brustwandableitungen P-dextrokardiale.

Herzkatheterung: Zugang über die Vena saphena magna rechts. Vorschub des Katheters über die Vena cava inferior in die Vena cava superior und in den rechten Vorhof; Auftreten eines av-Blockes 2. Grades mit Frequenzabfall auf 75 pro Minute. Sondierung des rechten Ventrikels, von hier aus über den VSD in die Aorta ascendens, die Arteria subclavia links und die Aorta descendens, kein Vorhofseptumdefekt sondierbar, Arteria pulmonalis nicht erreichbar. Während der gesamten Untersuchung Extrasystolien und av-Block 2. Grades im Wechsel. Mehrere Alupentzufuhren waren notwendig.

	Druck in mm Hg		MD	Sauerstoff	
	syst.	diast.		Sättg.%	Vol.%
V. cava sup.	a=20	v= 5	8	55	11,2
V. cava inf.				55	11,2
re. Vorhof	a=9	v=4	4	62	12,5
re. Ventr.	100	0		61	12,4
A. subclavia	19	4	8	66	13,5
Aorta desc.	70	20	40	67	13,8

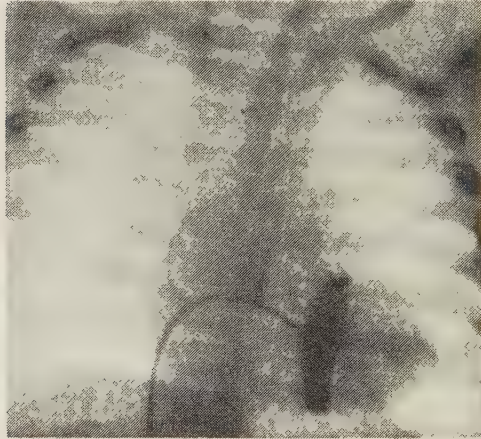
Kineangiokardiographie: Kontrastmittelinjektion in den rechten Ventrikel. Füllung der Art. pulmonalis, extrem enger Infundibulumkanal, Erweiterung proximal der Klappenebene im Sinn einer dritten Kammer. Kontrastmittelübertritt über einen hochsitzenden VSD in den dorsal gelegenen linken Ventrikel. Aorta dextroponiert, reitet über dem Defekt. Nochmalige Kontrastmittelinjektion in den rechten Ventrikel. Pfeifenförmige Verschattung während der Füllung des rechten Ventrikels, endokardiales Kontrastmittelinfiltrat, intramurale Kontrastmittelinjektion (Abb. 5): sofortige Kammer-tachykardie, Frequenz 170/Minute. Muldenförmige ST-Hebung, innerhalb weniger Minuten Frequenzabfall. Weitgehende Normalisierung des EKG, Auflösung des Kontrastmitteldepots bis auf einen geringen Rest (Abb. 6).

Diagnose: Fallot-Tetralogie

Weiterer Verlauf: Kontroll-EKG am Nachmittag des Untersuchungstages. Normalisierung, stationäre Beobachtung, Rückverlegung. Indikationsstellung zu einer Palliativoperation.

Abb. 5: Kasuistik, Beispiel 1, R. Thomas:
Intramurale Kontrastmittelinjektion in den
rechten Ventrikel.

an-Strahlengang:



seitlicher
Strahlengang:

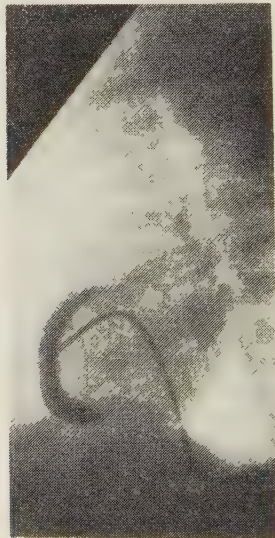
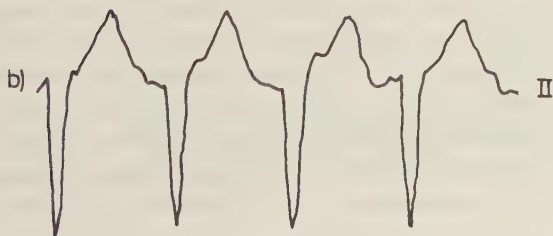
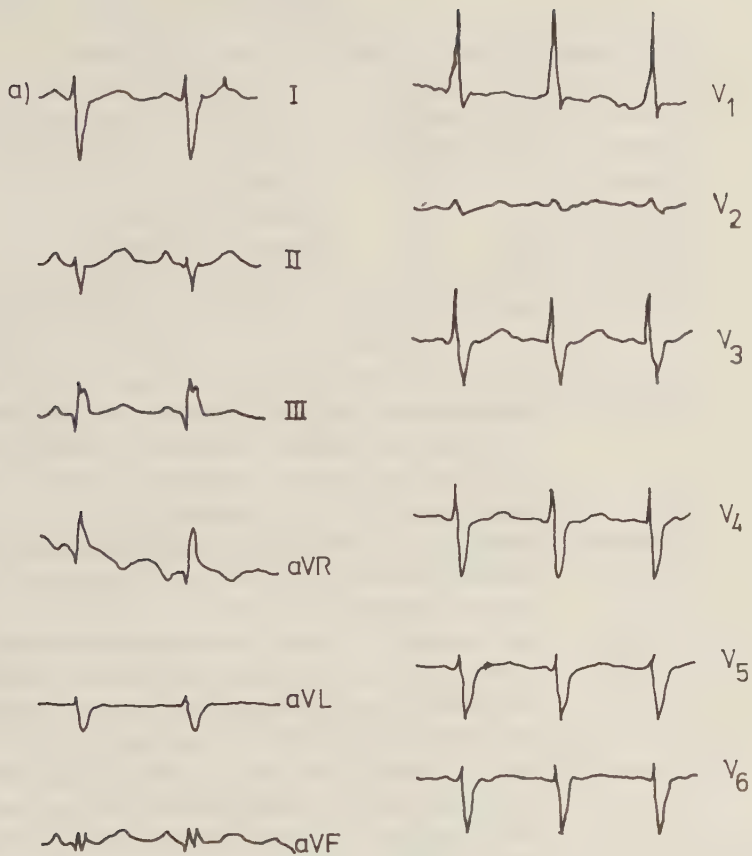


Abb. 6: Kasuistik, Beispiel 1



R. Thomas, 15 Monate

50 mm/sec Papiergeschw.

— = 0,2 sec

Beispiel: Kammerflattern, 5 x Defibrillation

Name: K. Claudia

geb. 11.3.1971

gest. 26.4.1972

Kr.Bl.Nr.: 1379/72

HKU-Nr.: 1551, 5.5.1971

Akg-Nr.: 1282

Anamnese: Normale Geburt, anschließend Gedeihsschwierigkeiten, Blausucht, Atemnot, Diagnostizierung eines Herzfehlers.

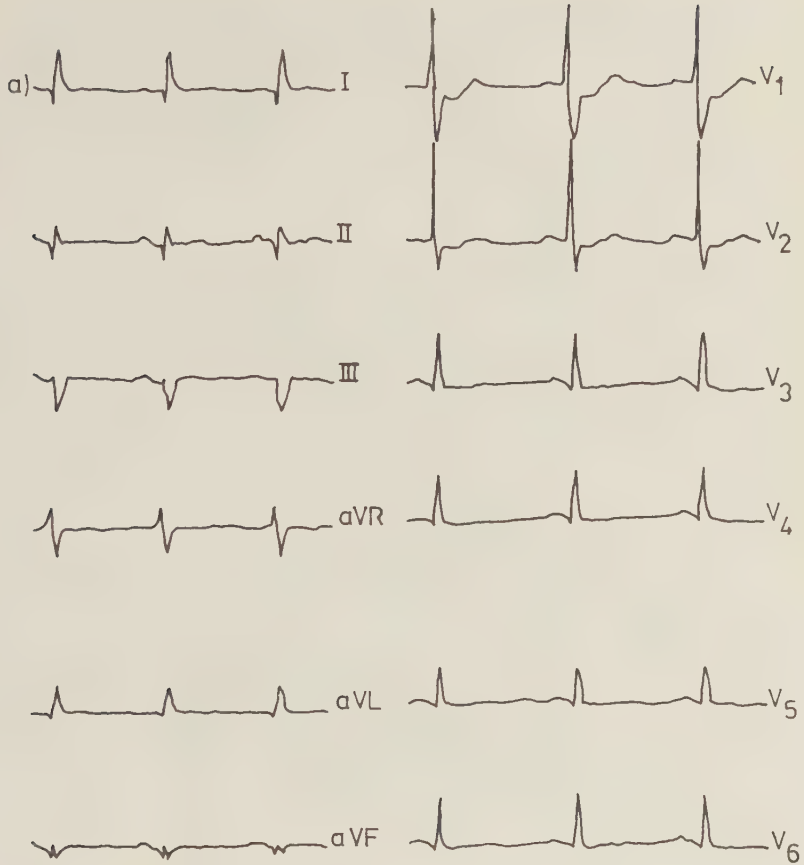
Befund: 7 Wochen alter weiblicher Säugling mit generalisierter Cyanose, deutliche Herzinsuffizienzzeichen. Leber vergrößert, 3 cm unterhalb des rechten Rippenbogens tastbar. Leises Systolikum über dem Sternum.

Röntgen: Dextrokardie, Herzspitze angehoben und abgerundet, verminderte Lungenzeichnung mit hellen Lungenfeldern.

EKG: Bei normaler Polung der Extremitätenableitungen: Linkstyp. Nach Umpolung mit Vertauschen der Armelektroden: Rechtstyp, in den Brustwandableitungen Doppelhypertrophie.

Herzkatheterung: Zugang über Vena saphena magna rechts, Vorschieben des Katheters bis zum rechten Vorhof, erschwerte Orientierung wegen Drehungsstörung des Herzens. Beim Austasten des rechten Vorhofs spontanes Auftreten von Kammerflattern. Sofortiger Rückzug des Katheters in die Vena cava inferior, Abbruch der Untersuchung. Defibrillation, danach für wenige Sekunden Sinusrhythmus, erneute Defibrillation notwendig, die insgesamt 5 x wiederholt wurde. Danach regelrechter Sinusrhythmus. Beendigung der Untersuchung nach Angiokardiographie (Abb. 7).

Abb. 7: Kasuistik, Beispiel 2



50 mm/sec Papiergeschw.

— 0,2 sec

	Druck in mm Hg		Sauerstoff	
	syst.	diast.	Sättg.%	Vol.%
V. cava sup.	8	2	37	8,3
re. Vorhof	a=8	v=5	42	9,4

Kineangiographie: Kontrastmittelinjektion in den rechten Vorhof, von hier aus Füllung einer großen Ventrikelhöhle ohne nachweisbares Ventrikelseptum. Abstrom des Kontrastmittels in einen großen Gefäßstamm, welcher der Aorta entspricht, von da aus Füllung kleiner Pulmonalisäste über offenen Ductus arteriosus Botalli oder über Bronchialarterienäste.

Diagnose: Hämodynamisch Bild eines Single Ventricle mit Truncus aortalis communis IV (Pseudotruncus).

Weiterer Verlauf: Rasche Erholung der Patientin, weiterhin stark cyanotisch, operative Behandlung derzeit nicht möglich, Digitalisierung, Rückverlegung, Einbestellung zu erneuter Kontrolluntersuchung in 6 Monaten.

Beispiel: absolute Arrhythmie, transvenöser Schrittmacher

Name: S. Michael

geb.: 21.5.1966

gest.: 14.12.1972

HKU-Nr. 2092, 11,12.1972

AKG-Nr.: 2132

Anamnese: Entbunden als erstes Kind gesunder Eltern durch Sectio caesarea. Komplikation: Asphyxie, Geburtsgewicht: 3 800g. Mit 6 Monaten fiel eine Blausucht des Kindes auf. Mit 9 Monaten stationäre Aufnahme wegen einer Lungenentzündung, hier wurde ein Herzfehler festgestellt.

5.4.1967 1. HKU, Diagnose: ASD + Fehleinmündung der Lungenvenen.

1969 2. HKU zur Kontrolle

Operation: Vorhofseptumersatz durch Cooley-Patch mit Korrektur der Lungenvenen.

1972 3. HKU bei stationärem Aufenthalt. Indikation war die Implantation eines transvenösen Schrittmachers.

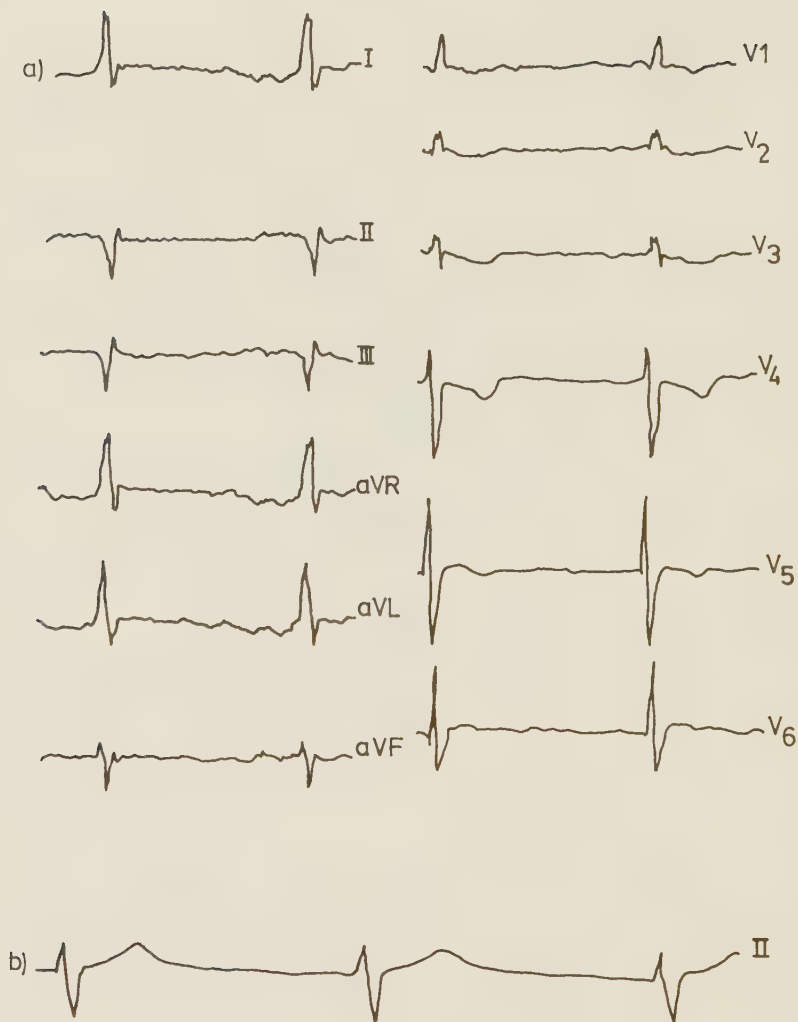
Klinischer Befund: 6 1/2 Jahre alter Junge, Zustand nach plastischem Vorhofseptumersatz durch Cooley-Patch mit Korrektur der Lungenvenentransposition; ausgeprägte Einflußstauung, Lebervergrößerung, unterer Leberrand tastbar 10 cm unterhalb des rechten Rippenbogens. Diastolikum Grad III.

Röntgen: Herz nach beiden Seiten vergrößert.

EKG: Linkstyp, unregelmäßiges Vorhofflimmern mit Kammerarrhythmie. Doppelhypertrophie, Frequenzabfall auf 56 pro Minute. Indikationsstellung zum Einsetzen eines transvenösen Schrittmachers (Abb. 8).

Herzkatheterung mit Einsetzen eines transvenösen Schrittmachers: venöser Zugang über Vena basilika rechts, unter O₂-Beatmung Vorschub des Katheters zum rechten Vorhof, Sondierung des

Abb. 8: Kasuistik, Beispiel 3



S. Michael, 61/2 Jahre

50 mm/sec Papiergeschw.

← = 0,2 sec

rechten Ventrikels. Der linke Vorhof kann nicht sondiert werden, ebenso keine Sondierung der Art. pulmonalis. Implantation des transvenösen Schrittmachers.

	Druck in mm Hg		Sauerstoff	
	syst.	diast.	Sättg. %	Vol. %
re. Vorhof	a= 4	v=13	57	8,3
re. Ventrikel	85	12	52	7,5
A. brach.			20	2,92
Coronar-venensinus			20	2,92

Kineangiographie: Kontrastmittelinjektion in den rechten Vorhof: Füllung des rechten Vorhofs, geringer Rückfluß von Kontrastmittel in die obere Hohlvene, angedeutete Füllung der Art. pulmonalis, keine eindeutige Füllung des rechten Ventrikels.

Diagnose: Cor triloculare uniatriatum, zusätzliche Spaltbildung im Bereich der Mitralklappe.

Weiterer Verlauf: stationäre Überwachung, spontane Besserung, Einsetzen des eigenen Herzrhythmus tags darauf. Einen Tag später Verschlechterung des Allgemeinzustandes, spontanes Kammerflattern und schließlich irreversibles Kammerflimmern.

III DISKUSSION

1. Indikation: Die Herzkatheteruntersuchung gewann als diagnostisches Hilfsmittel neben Auskultation, Elektrokardiographie und Röntgen auch in der Pädiatrie vor allem bei angeborenen Herzfehlern immer mehr an Bedeutung. Sie wird schon in den ersten Lebenstagen und -wochen durchgeführt. Sie ist zur Stellung der korrekten Diagnose und zur Beurteilung der Operabilität unerlässlich (KECK) und kann wesentliche Auskünfte zur Verlaufskontrolle und bei der Beurteilung der Belastbarkeit des Patienten geben (STAMPBACH). Nach NADAS sollte jedes Neugeborene mit Cyanose oder Tachypnoe kardialen Ursprungs ebenso wie jeder Säugling mit therapieresistenter, über zwölf bis vierundzwanzig Stunden anhaltender Herzinsuffizienz einer Herzkatheteruntersuchung unterzogen werden. Ferner ist die Herzkatheteruntersuchung in jedem Fall indiziert, wenn die Operabilität vom Schweregrad des Herzfehlers abhängt, oder wenn bei operablen Vitien komplizierende Faktoren oder Begleitmißbildungen ausgeschlossen werden sollen (STAMPBACH).

2. Mortalität: Mit dieser Untersuchungsmethode und den sich aus ihr ergebenden therapeutischen Konsequenzen kann die Mortalität bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern in den ersten Lebensmonaten wesentlich gesenkt werden (SONES). Andererseits ist aber gerade bei jungen Säuglingen das Risiko einer Herzkatheteruntersuchung besonders hoch (VARGHESE). In dieser Altersgruppe ist der Prozentsatz schwerer Herzvitien mit sehr ungünstigem und kurzem Spontanverlauf höher und die Diagnostik weit schwieriger als bei älteren Patienten. Zudem muß oft unter Notfallbedingungen und bei schlechter körperlicher Verfassung der Kinder untersucht werden (LAMBERT, BOPP, STANGER). NADAS beobachtete ein zehnmal größeres Risiko bei Säuglingen als bei Kleinkindern und Kindern. Weiter stellte LAMBERT fest, daß die Risikofaktoren direkt

proportional sind dem Schweregrad der Herzerkrankung und umgekehrt proportional dem Alter des Kindes. Tabelle 10 zeigt die von verschiedenen Autoren gefundenen Mortalitätsraten bei der Herzkatheteruntersuchung von Kindern. M. BAGGER et al. bezeichneten das Risiko eines Herzstillstandes bei Rechtsherzkatheterung von Erwachsenen als anscheinend doppelt so hoch wie das bei Vollnarkose (MILSTEIN) oder zwei- bis viermal höher als das bei Bluttransfusionen (WINER).

Tabelle 10

Alter der Patienten	Mortalität	Gesamtzahl der Untersuchungen	Autor
bis 1 Monat	57 %	100	VARGHESE (69)
bis 6 Monate	8 %		KROVETZ (68)
	12 %		VENABLES (63)
bis 12 Monate	3,8 %	104	BOPP (72)
	3,2 %	1161	BRAUNWALD und SWAN (68)
	6,7 %	356	KROVETZ (68)
	7,4 %	67	SCHWINGSHACKL (73)
	4,2 %	215	VINCE (68)
	1,8 %	1366	WESSELHOEFT (76)
Kinder ohne Berücksichtigung des Alters	0,26 %	1160	STANGER (74)
	0,5 - 1 %		KEITH (58)
			SONES (55)
			ZIEGLER (54)
	2,4 %	1104	KROVETZ (68)

Nach WESSELHOEFT liegt die Mortalität bei Säuglingen in der ersten Lebenswoche bei 18,9 %, in der zweiten Lebenswoche bei 10,7 % und im ersten Lebensmonat bei 7,6 %. Die von uns bei der Gesamtheit der untersuchten Kinder ermittelte Mortalität belief sich bei 941 Untersuchungen auf 1,6 %, bei Säuglingen auf 7,1 %. Diese Beobachtung stimmt mit denen anderer Autoren überein (BAYER, BOPP, KROVETZ, LAMBERT, NADAS, STANGER), wonach das Risiko der Herzkatheteruntersuchung mit geringerem Alter der Patienten und der Schwere des Krankheitsbildes signifikant zunimmt. In 11 von 15 Fällen mit Exitus letalis waren die Patienten unter einem Monat alt, der älteste Patient war 7 Monate alt. Tabelle 11 zeigt den entscheidenden Einfluß des vorhandenen Vitium cordis auf den Ausgang der Untersuchung. Ohne entsprechende Diagnostik und Therapie sterben viele Neugeborene mit schweren Herzvitiis schon im ersten Lebensmonat. Deshalb sollte auch ein erhöhtes Risiko nicht gescheut werden, da ohne Herzkatheteruntersuchung und Angiokardiographie als Voraussetzung für ein operatives Vorgehen in den meisten Fällen keine Überlebenschance besteht (KECK, KROVETZ, LAMBERT).

Tabelle 11: Todesfälle und Diagnose

Diagnose	Zahl der Todesfälle	Gesamtzahl der Patienten	% Mortalität
Hypoplastisches Rechtsherz	4	15	(27 %)
Hypoplastisches Linksherz	3	11	(27 %)
Transposition der großen Gefäße	4	56	(7 %)
FALLOT-Tetralogie u. Pentalogie	1	57	(2 %)
Aortenstenose	1	81	(1 %)
Pulmonalstenose	1	104	(1 %)
Sonstige (Truncus)	1	69	(1,4 %)

3. Häufigkeit der Herzfehler; Untersuchungsalter

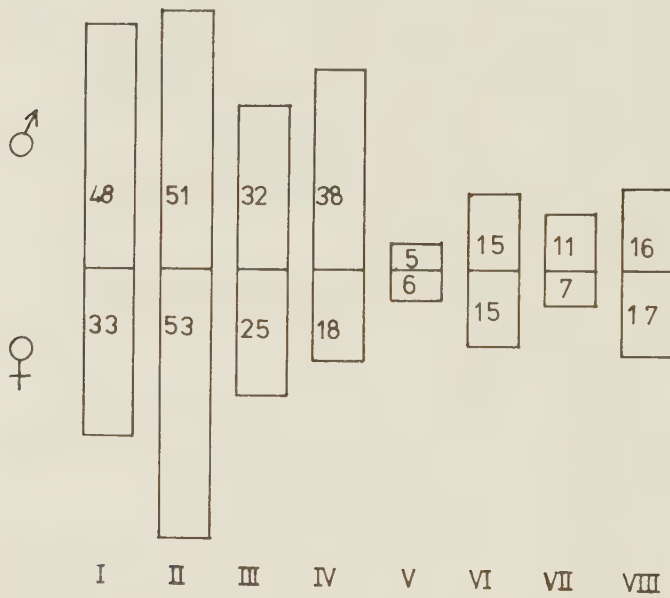
Die Verteilung des Krankengutes ist graphisch dargestellt in Abbildung 1. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Untersuchung und die Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten bei den einzelnen Herzfehlern ist aus Tabelle 12 und Abbildung 9 ersichtlich. Entsprechend der Häufigkeit der einzelnen Herzfehler, die im Laufe dieser Untersuchung diagnostiziert wurden, ergibt sich diese Reihenfolge:

- a) Pulmonalstenose mit einem Gesamtanteil von 11 % und einer ausgeglichenen Geschlechtsverteilung.
- b) Aortenstenose mit 8,6 % Gesamtanteil und einer leichten Jungenwendigkeit von 59 % zu 41 %.
- c) FALLOT-Tetralogie und Pentalogie mit 6 % Gesamtanteil und Jungenwendigkeit von 56 % zu 44 %.
- d) Transposition der großen Gefäße mit ebenfalls 6 % Gesamtanteil und deutlicher Jungenwendigkeit von 68 % zu 32 %.

Der Gesamtanteil von Kindern mit hypoplastischem Rechts-herz betrug 3,2 %, der von Kindern mit hypoplastischem Linksherz nur 1,2 %. Kontrollkatheteruntersuchungen bei operierten Kindern machten 3,5 % und Nachkatheterungen nach Palliativoperationen 1,9 % Gesamtanteil aus. Die Geschlechtsverteilung zeigt bei Kindern nach Palliativ-OP eine stärkere Jungenwendigkeit (61 % zu 39 %) entsprechend dem hohen Anteil der Patienten mit FALLOT-Tetralogie und Pentalogie.

Das durchschnittliche Untersuchungsalter ist am höchsten bei operierten Kindern mit 10 Jahren 7 Monaten, bzw. mit 8 Jahren 7 Monaten nach Palliativoperationen. Es folgen Patienten mit Aorten- oder Pulmonalstenose, bei denen das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung bei 8 Jahren, bzw. bei 6 Jahren 4 Monaten liegt. Deutlich jünger sind Kinder mit FALLOT-Tetralogie und Pentalogie untersucht worden, durchschnittlich mit 3 Jahren 6 Monaten. Das auffallend hohe durchschnittliche Untersuchungsalter bei Patienten mit

Abb. 9: Geschlechtsverteilung und Diagnose



I Aortenstenose

II Pulmonalstenose

III Fallot Tetralogie u. Pentalogie

IV Transposition der großen Gefäße

V hypoplastisches Linksherz

VI hypoplastisches Rechtsherz

VII Zustand nach Palliativoperation

VIII Zustand nach Operation

Transposition der großen Gefäße mit 12 Monaten ergibt nicht das tatsächliche Durchschnittsalter bei der Erstuntersuchung dieser Patienten wieder. Es entsteht durch die späteren Kontrolluntersuchungen der Kinder im Alter von 2 bis 6 Jahren, das hier mit berücksichtigt wird. 44 % dieser Kinder waren bei der Erstuntersuchung unter einem Monat alt, insgesamt 71 % jünger als 6 Monate.

Tabelle 12: Verteilung des Krankengutes nach Gesamtanteil, durchschnittliches Alter und Geschlechtsverteilung

Diagnose	% Gesamtanteil	durchschnittl. Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung	Geschlechtsverteilung	
Pulmonalstenose	11	6 J. 4 M.	51	49
Aortenstenose	8,6	8 J.	41	59
FALLOT-Tetralogie und Pentalogie	6	3 J. 6 M.	44	56
Transposition der großen Gefäße	6	12 M.*	32	68
Hypoplastisches Linksherz	1,1	6 M.	(55)	(45)
Hypoplastisches Rechtsherz	3,2	2 J. 2 M.	50	50
Zustand nach Palliativoperation	1,9	8 J. 7 M.	(39)	(61)
Zustand nach Operation	3,5	10 J. 7 M.	51	49

*) 46 % unter einem Monat und 25 % 2 - 6 Monate alt.

4. Häufigkeit der einzelnen HRSt.

Die häufigste Komplikation während der Herzkatheteruntersuchung ist nach der übereinstimmenden Ansicht vieler Autoren (BEUREN, COURNAND, KJELLENBERG, KROVETZ, LANDTMAN, NADAS, TUUTERI, ZIMDAHL) das Auftreten von Arrhythmien. Die Herzrhythmusstörungen sind in der

Regel vorübergehend und ohne spätere Auswirkungen auf den Patienten (FREED, KROVETZ, LANDTMAN, MC INTOSCH). Im Verlauf nahezu jeder Herzkatheteruntersuchung stellten wir mindestens einzelne Extrasystolen fest. Diese Beobachtung wird von den meisten Untersuchern bestätigt (COURNAND, KJELLENBERG, LANDTMAN, NADAS, RUDOLPH, VESTERMARK, VINCE, WENNEVOLD, WICK). Besonders bei Lage des Katheters im rechten Vorhof, an der rechten Atrioventrikularklappe, im rechten Ventrikel und bei Passieren des Infundibulums fallen Extrasystolen ein (KJELLBERG, SCHWEIZER, VESTERMARK, VINCE).

Bei 459 Herzkatheteruntersuchungen traten in 189 Fällen = 41,2 % Arrhythmien auf. Von den weiteren 482 Herzkatheteruntersuchungen, die während des selben Zeitraums an unserer Klinik durchgeführt wurden und anderen Orts (RITZMANN) beschrieben sind, waren 114 = 23,7 % mit Herzrhythmusstörungen. Somit verliefen von insgesamt 941 Herzkatheteruntersuchungen, die im Laufe von drei Jahren an der Kinderklinik durchgeführt wurden, 312 = 33,2 % mit Herzrhythmusstörungen. Ebenso berichtet MICHEL von Arrhythmien bei über einem Drittel aller Patienten, die sich einer Rechtsherzkatheterung ohne Angiokardiographie unterzogen.

Bei den Patienten dieser Untersuchung waren die Herzrhythmusstörungen wie folgt verteilt:

Kammertachykardie	63 Fälle = 13,7 % (7,3 %)	
Atrioventrikulärer Block I. und II. Grades	29 Fälle = 6,3 % (3,3 %)	
Atrioventrikuläre Dissoziation	29. Fälle = 6,3 % (2,1 %)	
Sinustachykardie	18 Fälle = 3,9 % (3,3 %)	
Sinusbradykardie	17 Fälle = 3,7 %	
Absolute Arrhythmie	13 Fälle = 2,9 %	(sonstige
Coronarsinusrhythmus	7 Fälle = 1,5 %	HRSt. zu-
Asystolie	5 Fälle = 1,1 %	sammen
		6,7 %)

Kammerflattern oder -flimmern	4 Fälle = 0,9 %
av-Knoten (Atrioventrikularknoten)-Rhythmus	3 Fälle = 0,7 %
Vorhofflattern oder -flimmern	1 Fall = 0,2 %

Die Zahlen in Klammern geben die Häufigkeit dieser Herzrhythmusstörungen an, die bei den anderen Orts (RITZMANN) beschriebenen Herzkatheteruntersuchungen von Patienten anderer Diagnose an unserer Klinik festgestellt wurden.

Die von uns gefundene Verteilung der Herzrhythmusstörungen weicht zum Teil ab von den Beobachtungen anderer Untersucher: LANDTMAN berichtet über 22 Fälle ventrikulärer Tachykardie, 4 Fälle supraventrikulärer Tachykardie und 6 Fälle von av-Knotenrhythmus bei 142 Herzkatheteruntersuchungen, bei denen allerdings das jüngste Kind schon 2 Jahre alt war. In der Untersuchung ist die Gefahr des Übergangs ventrikulärer Extrasystolen in eine Kammertachykardie und in Kammerflattern als gering bezeichnet. Auch unsere Untersuchungsergebnisse bestätigen dies. Bei STANGER und Mitarbeitern steht die supraventrikuläre Tachykardie mit 3,9 % an der Spitze der HRSt. RUDOLPH gibt sie als zweithäufigste Herzrhythmusstörung, av-Blockierungen und av-Dissoziationen als selten an. Ebenso nennt ZIMDAHL den av-Block als eine seltene Arrhythmie. BLACK beschrieb von 1556 Herzkatheteruntersuchungen 51 Patienten = 3,2 % mit av-Blockierungen, von denen die Mehrheit Säuglinge waren. In 3 % von 700 Herzkatheteruntersuchungen stellte KEITH av-Dissoziationen fest. Nach SCHWEITZER liegt der Prozentsatz der av-Blockierungen bei 2 % der Untersuchungen, der des Vorhofflatterns bei 1 %. Schließlich findet KJELLBERG bei 837 Herzkatheteruntersuchungen folgende Rhythmusstörungen: av-Knotenrhythmus und av-Block je 6 Fälle = 0,7 %, av-Dissoziation 5 Fälle = 0,6 %, Sinustachykardie 4 Fälle = 0,5 % und Kammertachykardie 5 Fälle = 0,6 %.

Alle Arrhythmien mit Ausnahme der av-Dissoziation - sie dauerte etliche Tage - waren nur vorübergehend. Der Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer Untersucher ist nur mit Einschränkung möglich, da in unserem Patientengut nur Kinder mit bestimmten, z.T. komplizierten, obligat zyanotischen Herzfehlern vertreten sind. Dies macht sich am deutlichsten bemerkbar bei der Häufigkeit der av-Blockierungen und der av-Dissoziationen.

5. HRSt. und Diagnose

Im folgenden wird das Auftreten von Herzrhythmusstörungen im Zusammenhang mit der jeweiligen Diagnose diskutiert. Von 81 Kindern mit Aortenstenose waren bei 40 - 49 % Herzrhythmusstörungen zu beobachten. Besonders die Säuglinge neigten zur Arrhythmie: Von 9 Kindern unter einem Jahr blieben nur 2 ohne Herzrhythmusstörungen. Demgegenüber zeigten sich die Kinder der Altersgruppen von 2 bis 6 Jahren und von 7 bis 10 Jahren weniger anfällig gegenüber Arrhythmien. Von ihnen zeigten nur 27 % bzw. 38 % Herzrhythmusstörungen. Die Kammertachykardie war mit 22 % die häufigste Arrhythmie der Kinder mit Aortenstenose. Danach folgten die Sinustachykardie und die Sinusbradykardie mit je 9 %. Av-Block, av-Dissoziation, absolute Arrhythmie und andere Arrhythmien waren selten (Tab. 1). Keinen Einfluß auf die Häufigkeit von Arrhythmien scheint der gemessene systolische Druck im linken Ventrikel und damit der Schweregrad der Aortenstenose zu haben. Es bestehen keine wesentlichen Unterschiede der Arrhythmiehäufigkeiten bei Patienten mit leicht erhöhtem und Patienten mit stark erhöhtem systolischem Druck im linken Ventrikel (Tab. 1).

Mit durchschnittlich 29 % weisen die 104 untersuchten Kinder mit Pulmonalstenose relativ wenig Herzrhythmusstörungen auf. Ähnlich wie bei den Kindern mit Aortenstenose ist die Kammertachykardie mit 16 Fällen = 15 % die häufigste Rhythmusstörung. Es folgen Sinustachykardie mit 5 %, av-Block und av-Dissoziation mit je 3 % (Tab. 2).

Die wenigsten Herzrhythmusstörungen sind mit 18 % wieder bei den Kindern der Altersgruppe von 2 bis 6 Jahren zu beobachten. Bei den übrigen Altersgruppen zeigt sich eine gleichmäßige Verteilung. Ebenfalls scheint der rechtsventrikuläre systolische Druck keine Bedeutung für die Häufigkeit von Arrhythmien zu haben. Dies entspricht auch der Erfahrung von WICK. Kinder mit einem systolischen Druck von mehr als 100 mm Hg im rechten Ventrikel haben prozentual nur wenig mehr Arrhythmien (33 %) als Kinder mit einem systolischen Druck von weniger als 60 mm Hg (31 %). Bei der letzten Gruppe traten allerdings gehäuft Kammertachykardien und Sinustachykardien auf. Alle drei av-Dissoziationen wurden bei Patienten mit einem systolischen Druck im rechten Ventrikel von mehr als 100 mm Hg beobachtet. Die drei av-Blockierungen verteilten sich gleichmäßig auf die verschiedenen Druckbereiche.

Von 57 untersuchten Kindern mit FALLOT-Tetralogie und Pentalogie hatten 23 = 42 % Herzrhythmusstörungen. Wieder zeigten Säuglinge mit 54 % die meisten Herzrhythmusstörungen vor der Gruppe der 2- bis 6-Jährigen mit 38 % der über 10-Jährigen mit 30 %. Kammertachykardie, av-Block und av-Dissoziation waren mit je 6 Fällen = 11 % gleich häufig. Kammertachykardie und Sinustachykardie waren mehr bei älteren Kindern zu sehen, av-Block und av-Dissoziation mehr bei Säuglingen. Die Sauerstoffsättigung des venösen Rückflusses scheint keinen Einfluß zu haben auf das Auftreten von Rhythmusstörungen. Ebenso ließen sich keine Rückschlüsse vom Hämatokritgehalt auf die Häufigkeit von Herzrhythmusstörungen ziehen.

Patienten mit Transposition der großen Gefäße waren entsprechend der Schwere des Krankheitsbildes sehr anfällig für die Auslösung von Herzrhythmusstörungen. So zeigten von 56 Patienten 34 = 61 % Arrhythmien. Wie

schon bei den Patienten mit anderen Herzfehlern, stieg auch hier die Arrhythmierate mit abnehmendem Alter: Säuglinge unter einem Monat reagierten mit 73 %, Säuglinge bis zu 12 Monaten mit 66 % und die Kleinkinder von 2 bis 6 Jahren mit 30 % Rhythmusstörungen auf die Untersuchung. Häufigste Rhythmusstörungen waren av-Dissoziation in 11 Fällen = 20 % und av-Block in 8 Fällen = 14 %. Kammertachykardie und Sinusbradykardie traten in 7 % bzw. in 5 % auf (Tab. 4). Wie auch schon bei den anderen Herzfehlern scheint der systolische Druck im linken Ventrikel wenig Einfluß zu haben auf die Häufigkeit von Rhythmusstörungen. Allerdings waren Kammertachykardie (4), Kammerflimmern (1), Sinustachykardie (1), av-Knotenrhythmus (1), absolute Arrhythmie (1) und Sinusbradykardie (1) ausschließlich bei Kindern mit einem rechtsventrikulären systolischen Druck von über 40 mm Hg zu beobachten. Ebenso scheint die Sauerstoffsättigung im rechten Ventrikel die Häufigkeit der Arrhythmien nicht zu beeinflussen. Bei einer Einteilung der Sauerstoffsättigung in Gruppen von unter 45, 45 bis 60 und über 60 Sättigungsprozent, ist die Arrhythmierate mit 63 %, 67 % und 59 % ohne große Unterschiede. Patienten mit Kammertachykardie gehören überwiegend zur dritten Gruppe mit mehr als 60 Sättigungsprozent. Dagegen sind Patienten mit Asystolie und av-Dissoziation fast ausschließlich in der ersten Gruppe mit weniger als 45 Sättigungsprozent zu finden. Zusammenhänge zwischen Häufigkeit, Art der Herzrhythmusstörungen und dem Hämatokritgehalt lassen sich nicht feststellen. Der relativ hohe Prozentsatz von Arrhythmien (5 von 11) bei den untersuchten Säuglingen mit hypoplastischem Linksherz überrascht nicht bei der Schwere des Krankheitsbildes. Es waren ausschließlich schwerwiegende HRSt. zu beobachten (Kammerflimmern, av-Dissoziation, Asystolie). Über die Auswirkungen der Sauerstoffsättigung des gemischt venösen Rückflusses sowie des systolischen Pulmonalisdrukkes auf die Entstehung von Arrhythmien

kann keine Aussage getroffen werden. Zum einen liegen bei der Auswertung zu wenige Patienten dieses Krankheitsbildes vor, zum anderen war es während der Untersuchung nicht in allen Fällen möglich, die entsprechenden Meßwerte zu gewinnen. Lediglich hinsichtlich des Hämatokrits ist bei Patienten mit Polyglobulie (Hk. über 60 %) eine stärkere Anfälligkeit gegenüber Arrhythmien aufgefallen.

Bei 30 Patienten mit hypoplastischem Rechtsherz sahen wir ebenfalls eine starke Neigung zu Arrhythmien (17 $\hat{=}$ 43 %). Am häufigsten waren der av-Block und die av-Dissoziation (Tab. 6). Wieder wiesen Säuglinge unter einem Monat die meisten Arrhythmien auf (7 von 10 Patienten) vor den Säuglingen im 2. bis 6. Lebensmonat (4 von 7). Eine Sauerstoffsättigung des venösen Rückflusses von weniger als 60 Sättigungs-% hatte eine gesteigerte Arrhythmierate zur Folge. Der Hämatokrit der Patienten war anscheinend hier ohne Bedeutung für das Auftreten von Rhythmusstörungen.

Kontrolluntersuchungen nach Palliativoperationen wurden bei 18 Kindern durchgeführt. Davon verliefen 7 mit Arrhythmien (39 %) (Tab. 7). Über vermehrtes Auftreten von Arrhythmien in bestimmten Altersgruppen kann nichts ausgesagt werden, da die meisten Patienten (13) im Alter von 7 bis 10 Jahren waren und so auf die anderen Altersgruppen zu wenige Patienten für einen sinnvollen Vergleich entfielen. Vermehrt waren Rhythmusstörungen festzustellen bei Patienten mit einem systolischen Druck im rechten Ventrikel von mehr als 100 mm Hg (6 von 7).

Als häufigste Arrhythmien bei der Kontrolluntersuchung von 33 operierten Kindern waren Kammertachykardie (6) und Sinusbradykardie (2) bei insgesamt 11 Rhythmusstörungen (33 %) aufgetreten. Dabei waren Kinder über 10 Jahren anfälliger als Kinder von 7 bis 10 Jahren. Alle

Kammertachykardien entfielen auf Kinder über 10 Jahren. Über die Auswirkung des systolischen Druckes, gemessen im rechten Ventrikel, und die Häufigkeit der Herzrhythmusstörungen kann nach unseren Ergebnissen nichts ausgesagt werden. Patienten mit einem systolischen Druck im rechten Ventrikel von 50 - 100 mm Hg haben zwar anteilmäßig mehr Rhythmusstörungen (36 %) als Patienten mit einem solchen von weniger als 50 mm Hg (24 %), jedoch der Unterschied zwischen beiden Gruppen und die Anzahl der Patienten genügen nicht für eine gesicherte Aussage. Patienten mit einer leichten Polyglobulie von 41 bis 60 % Hämatokritgehalt scheinen hier mehr zu Arrhythmien zu neigen (45 %) als Patienten mit einem Hämatokritgehalt von weniger als 40 % (24 %).

6. Zusammenhänge zwischen HRSt, Herzfehler und Untersuchungsalter

Zwischen Häufigkeit und Art der einzelnen Herzrhythmusstörungen und der jeweiligen Diagnose sowie dem Alter des Patienten lassen sich folgende Zusammenhänge erkennen:

a) Die Häufigkeit der Herzrhythmusstörungen hängt ab von der Art des angeborenen Herzfehlers:

Die meisten Rhythmusstörungen zeigen Kinder mit Transposition der großen Gefäße (61 %). Es folgen Kinder mit Aortenstenose, FALLOT-Tetralogie und Pentalogie, hypoplastischem Rechtsherz und hypoplastischem Linksherz. Bei Kindern mit Palliativ- oder Korrekturoperationen treten zu etwa 40 % Rhythmusstörungen auf. Dieser Prozentsatz liegt noch deutlich über dem, der bei Herzkatheteruntersuchung herzgesunder Kinder beobachtet wurde (22 %). Dies weist darauf hin, daß auch die Herzen von Kindern mit korrigierten oder verbesserten Angiokardiopathien empfindlicher sind gegenüber der Auslösung von Herzrhythmusstörungen als morphologisch intakte Herzen. LANDTMAN verneinte die Möglichkeit einer Relation zwischen der Häufigkeit der Herzrhythmusstö-

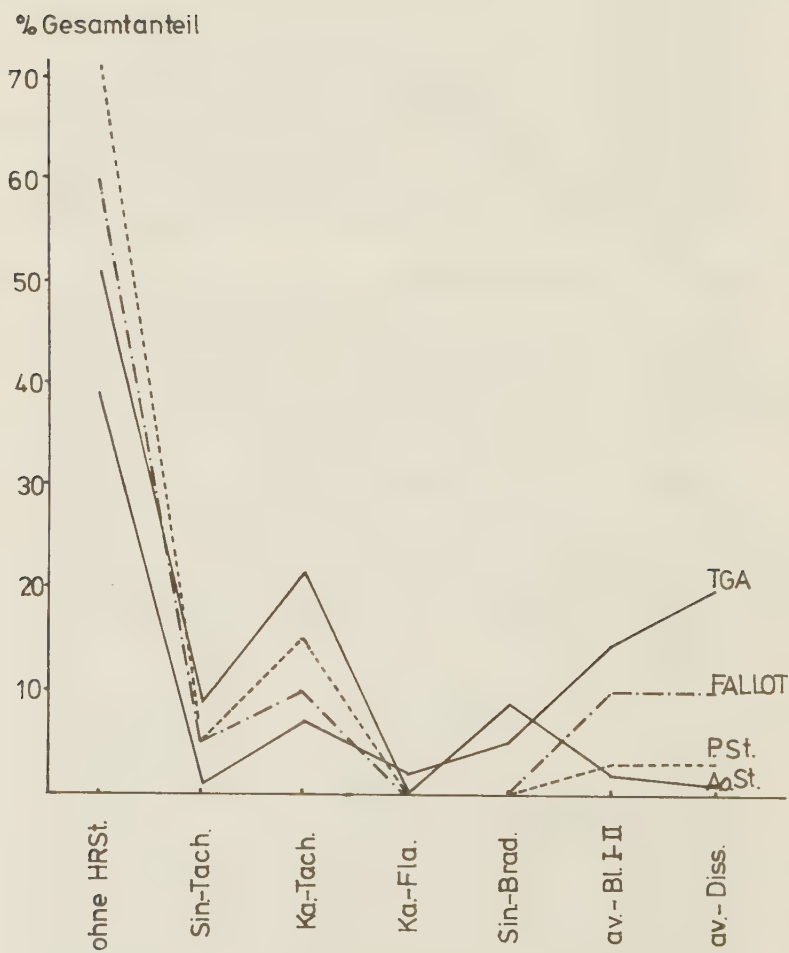
rungen während Herzkatheteruntersuchungen und der Art des Herzfehlers. Auch stellte er keine Häufung bestimmter Herzrhythmusstörungen in einer speziellen Altersgruppe fest. Dies steht zum Teil im Widerspruch mit unseren Ergebnissen. Ein Vergleich ist jedoch nur bedingt möglich, da das jüngste Kind jener Untersuchungen 2 Jahre alt war.

Die statistische Auswertung unserer Ergebnisse mittels des χ^2 -Tests für Mehrfeldertafel (SACHS) bestätigt ebenfalls den Zusammenhang zwischen der Art des angeborenen Herzfehlers und der Häufigkeit von Herzrhythmusstörungen. Die Berechnung nach Tabelle 13 ergibt eine Irrtumswahrscheinlichkeit von α kleiner als 5 % gegen die Gleichverteilung der Herzrhythmusstörungen bei den angeführten Diagnosen.

b) Die Art der Herzrhythmusstörungen ist abhängig vom Herzfehler des Patienten:

Kammertachykardien sind mehr bei Kindern mit Aorten- oder Pulmonalstenose zu beobachten, av-Blockierungen und av-Dissoziationen mehr bei Kindern mit Transposition der großen Gefäße. Gleichmäßig verteilt sind diese Rhythmusstörungen bei Patienten mit FALLOT-Tetralogie und Pentalogie (Tab. 3). Die statistische Untersuchung auf Gleichverteilung der Rhythmusstörungen nach Tabelle 14 ergab folgendes: Gleichverteilung der Herzrhythmusstörungen bei Patienten mit Aortenstenose ($\chi^2 = 12,92$) und bei Patienten mit Transposition der großen Gefäße ($\chi^2 = 45$) wird abgelehnt bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha < 5\%$. Knapp unter dem Grenzwert von $\chi^2_3 = 11,35$ bei drei Freiheitsgraden liegt die Verteilung der Rhythmusstörungen bei Patienten mit Pulmonalstenose mit $\chi^2 = 11,09$. Bei Patienten mit FALLOT-Tetralogie und Pentalogie bleibt der errechnete Wert von $\chi^2 = 3,59$ deutlich unter dem Grenzwert von 11,35. Abbildung 10 zeigt die Häufigkeit bestimmter Herzrhythmusstörungen bei Patienten verschiedener Diagnosen. Über den nach

Abb. 10: Häufigkeit bestimmter HRSt. bei Patienten
verschiedener Diagnosen



unseren Ergebnissen bestehenden Zusammenhang zwischen Herzfehler und den bei der Herzkatheterung auftretenden Herzrhythmusstörungen konnten keine Berichte anderer Untersucher ermittelt werden.

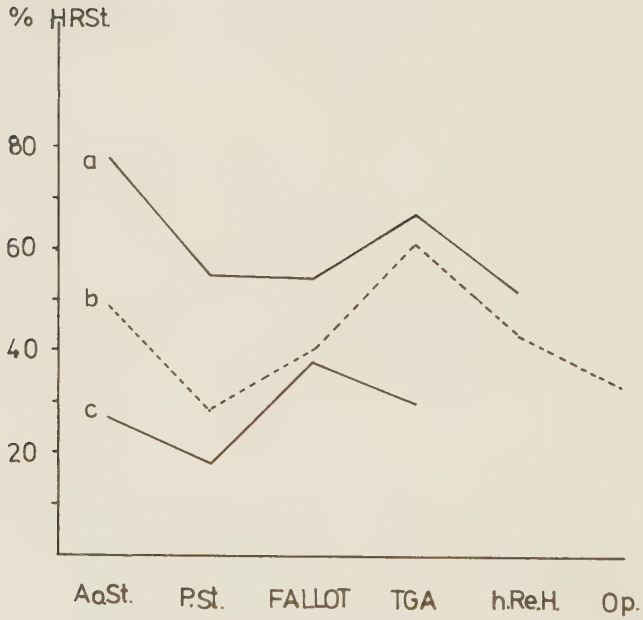
c) Art und Häufigkeit der Herzrhythmusstörungen sind abhängig vom Alter des Patienten:

Von 109 untersuchten Säuglingen zeigten 64 (= 59 %) Herzrhythmusstörungen. Besonders oft traten av-Block ($n = 14 \pm 13 \%$) und av-Dissoziation ($n = 19 \pm 17 \%$) auf, während die Kammertachykardie ($n = 4 \pm 4 \%$) vergleichsweise wenig zu beobachten war. In der folgenden Altersgruppe von einem bis sechs Jahren wiesen von 99 Kindern ($n = 27 \pm 27 \%$) Herzrhythmusstörungen auf. Die häufigsten waren Kammertachykardie ($n = 9 \pm 9 \%$), av-Dissoziation ($n = 6 \pm 6 \%$) und av-Block ($n = 5 \pm 5 \%$). Kinder über 6 Jahren zeigten wieder mehr Herzrhythmusstörungen ($n = 72$ von $182 \pm 40 \%$). Weitaus am häufigsten waren hier Kammertachykardien ($n = 36 \pm 20 \%$) festzustellen, während es auffallend wenige av-Dissoziationen ($n = 1 \pm 0,6 \%$) und av-Blockierungen ($n = 7 \pm 4 \%$) gab.

Die Untersuchung auf Gleichverteilung der Herzrhythmusstörungen in den verschiedenen Altersgruppen mittels χ^2 -Tests wurde an Hand von Tabelle 15 durchgeführt. Der berechnete Wert von $\chi^2 = 64,32$ bei 6 Freiheitsgraden liegt deutlich über dem von $\chi^2_6 = 16,81$. Damit ergibt sich für die in Tabelle 15 vorliegende Verteilung der Herzrhythmusstörungen in verschiedenen Altersgruppen eine Wahrscheinlichkeit auf Gleichverteilung von $< 1 \%$.

Es ist also anzunehmen, daß Säuglinge bei der Herzkatheteruntersuchung mehr zu Herzrhythmusstörungen neigen (Abb. 11) und hier eher zu av-Blockierungen und av-Dissoziationen als ältere Kinder (Abb. 12). Einen ähnlichen Zusammenhang zwischen Alter der untersuchten Patienten und der Häufigkeit der aufgetretenen EKG-Ver-

Abb. 11: durchschnittliche Häufigkeit der HRSt. von Patienten verschiedener Altersgruppen



- a) mittlere HRSt. (%) von Patienten bis zu einem Jahr
- b) mittlere HRSt. (%) aller Patienten der jeweiligen Diagnose
- c) mittlere HRSt. (%) von Patienten im Alter von 2 - 6 Jahren

Abb. 12: Häufigste HRSt. bei Patienten verschiedener Altersgruppen

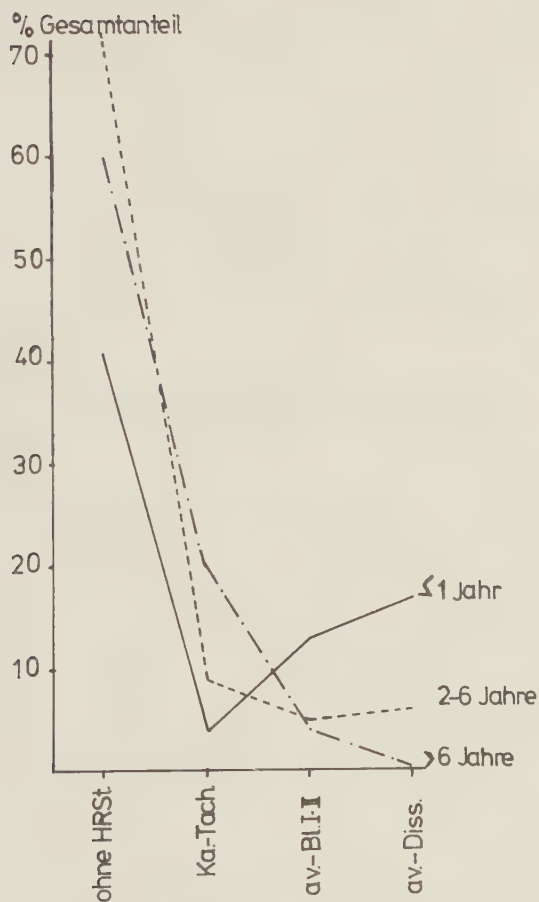


Tabelle 13: Häufigkeit von Herzrhythmusstörungen bei verschiedenen Diagnosen

Diagnose	I	II	III	IV	V	VI	VII
ohne HRSt.	41	74	34	22	17	11	22
mit HRSt.	40	30	23	34	13	7	11

Grenze für χ^2 bei 6 Freiheitsgraden: 16,81
 errechneter Wert von χ^2 : 18,45

Tabelle 14: Häufigkeit bestimmter Herzrhythmusstörungen bei verschiedenen Diagnosen

Diagnose	I	II	III	IV	Summe
ohne HRSt.	41	74	34	22	171
Kammert.	18	16	6	4	44
av-Block	2	3	6	8	19
av-Diss.	1	3	6	11	21

Grenze für χ^2 bei drei Freiheitsgraden: 11,35
 errechneter Wert von χ^2

Spalte I:	12,92
Spalte II:	11,09
Spalte III:	3,59
Spalte IV:	45,00

- I: Aortenstenose
- II: Pulmonalstenose
- III: FALLOT-Tetralogie und Pentalogie
- IV: Transposition der großen Gefäße
- V: hypoplastisches Rechtsherz
- VI: Zustand nach Palliativoperation
- VII: Zustand nach korrigierender Operation

Tabelle 15: Häufigkeit bestimmter Herzrhythmusstörungen
in verschiedenen Altersgruppen

Alter	bis 1 J.	1 - 6 J.	über 6 J.	Summe
ohne HRSt.	45	72	110	227
Kammert.	4	9	36	49
av-Block	14	5	7	26
av-Diss.	19	6	1	26

Grenze für χ^2 bei sechs Freiheitsgraden für $\alpha < 1\%$:

16,81

errechneter Wert von χ^2 :

64,32

Änderungen konnte WICK nicht feststellen. Man muß auch berücksichtigen, daß Kinder mit Transposition der großen Gefäße zu 71 % im Alter von weniger als 6 Monaten untersucht wurden. Es kann deswegen nicht eindeutig unterschieden werden, welche Rolle der Faktor Alter und der Faktor Diagnose spielen. Eine Korrelation zwischen dem Auftreten von av-Blockierungen und dem Alter der untersuchten Patienten stellte auch J. BLACK fest: Von 1556 Herzkatheteruntersuchungen in 10 Jahren war es in 51 Fällen zum av-Block ersten bis dritten Grades gekommen, von denen die Mehrheit (77 %) auf Säuglinge entfiel. Die von BLACK gefundene Häufigkeit von av-Blockierungen bei Patienten verschiedener Diagnose ist Tabelle 16 zu entnehmen. Weiter stellte er ein gehäuftes Auftreten von av-Blockierungen fest bei Lage des Katheters im rechten Vorhof und im rechten Ventrikel, vor allem wenn größere Manipulationen zum Verschieben des Katheters in den rechten Ventrikel notwendig waren. AV-Dissoziationen in 6 Fällen beschrieb MC INTOSH bei 12 367 Untersuchungen von Erwachsenen und Kindern. 4 dieser av-Dissoziationen entfielen auf Kinder im Alter von 4 Tagen bis 14 Monaten, die alle schwer zyanotisch waren. Allgemein gibt er die Häufigkeit von av-Blockierungen bei Herzkatheteruntersuchungen mit 0,1 bis 4,3 % an und weist darauf hin, daß diese Komplikation nur selten länger als wenige Tage andauert. Ebenfalls als vorübergehende Komplikation bei der Herzkatheteruntersuchung von Kindern bezeichnet FREED das Auftreten von av-Blockierungen zweiten und dritten Grades. Von 60 Fällen dauerte diese Arrhythmie bei 47 Kindern weniger als 30 Minuten, bei 5 Kindern 30 Minuten bis eine Stunde und bei 8 Kindern 2 Stunden bis 5 Tage. Auch FREED stellte ein erhöhtes Risiko zum Entwickeln eines av-Blocks bei Säuglingen unter 3 Monaten fest.

Die Gruppe der Kleinkinder neigte am wenigsten zu Herzrhythmusstörungen und ließ auch keine Häufung bestimmter Arrhythmien erkennen. Die älteren Kinder unseres

Krankenkutes sind insgesamt anfälliger gegenüber Herzrhythmusstörungen und neigen vor allem zu Kammertachykardien. Wir haben in der durchgesehenen Literatur keine entsprechende Erklärung dafür gefunden. Vorstellbar ist der notwendig größere und deshalb mehr das Myokard irritierende Herzkatheter in dieser Altersgruppe.

Tabelle 16: Häufigkeit des av-Blockes während der Herzkatheteruntersuchung von Patienten verschiedener Diagnosen nach BLACK

Diagnose	Anzahl der Patienten	Anzahl d. av-Blockierungen
EBSTEIN-Anomalie	6	5 (83 %)
total fehleinmündende Lungenvenen	17	6 (35 %)
Truncus arteriosus communis	24	3 (12 %)
korrigierte Transposition d. gr. Arterien	12	1 (8 %)
FALLOT-Tetralogie	169	13 (8 %)
Transposition der großen Arterien	74	3 (4 %)
Pulmonalstenose	220	4 (2 %)
Aortenstenose	158	1 (0,5 %)

7. Indikation und Komplikationen der Kineangiokardiographie:

Der diagnostische Wert der Angiokardiographie kann heute kaum noch in Zweifel gezogen werden. Sie trägt erheblich dazu bei, die Anatomie der verschiedenen Herzfehler zu klären. So soll sie Auskunft geben über: Größe und Lage eines Septumdefektes, Lage und Schweregrad einer Stenose, Anomalien am Abgang der großen Gefäße und im systemischen und pulmonalen Rückfluß sowie Beziehungen der Segel- und Taschenklappen zueinander (NADAS).

Die durch Vorfelddiagnostik, oxymetrische und manometrische Befunde bei der Herzkatheteruntersuchung gestellte Diagnose wird mit ihrer Hilfe gesichert. Für den Chirurgen ist sie ein unerläßliches Hilfsmittel, ihn über die Art des operativen Vorgehens zu unterrichten. Auch durch die Einführung nicht invasiver Untersuchungsmethoden kann auf die Angiokardiographie vor allem bei komplizierten Herzfehlern nicht verzichtet werden (NADAS).

Auf die Gefahren der intravenösen und intrakardialen Kontrastmittelinjektion wurde von vielen Autoren hingewiesen (BAYER, BEUREN, CHENG, HILBISH, KROVETZ, LEVIN, LURIE, STRAUBE). Folgende Zwischenfälle können auftreten: intramurale Injektion des Kontrastmittels und Ablagerung eines Kontrastmitteldepots im Myokard, Herzbeutel tamponade nach Perforation des Myokards, Auftreten von Extrasystolien und Schenkelblockbild, Unverträglichkeit des Kontrastmittels, zusätzliche hämodynamische Belastung durch die schnelle Injektion großer Mengen Kontrastmittel, Hyperosmolarität durch die Zufuhr großer Kontrastmittelmengen, cerebrale Komplikationen in Form von Embolien oder einer Dehydratation.

BAYER weist besonders bei der Verwendung von Kathetern mit endständiger Öffnung auf die Gefahr intramuraler Injektion mit Bildung eines Kontrastmitteldepots hin. Er hat hierbei kollapsähnliche Zustände mit Extrasystolien, monophasische Deformierung der Kammerkomplexe und das Auftreten von Schenkelblöcken beobachtet. Derartige Zwischenfälle wurden von PONS DOMENECH, NUNEZ, LEHMAN et al, BJÖRK et al. 17 mal bei insgesamt 488 Untersuchungen beschrieben. Das Kontrastmittel an sich (Urokon 70 %ig) verursacht nach HILBISH keine schweren klinischen Symptome. Jedoch sollte eine Kontrastmittelinjektion bei Patienten mit leicht erregbarem, irritabilem Myokard möglichst vermieden werden. SWAN stellte fest, daß die Angiokardiographie die Komplikationen bei Herzkatheteruntersuchungen nicht zusätzlich ver-

mehrt. Er berichtet eine Komplikationsrate von jeweils 3,6 % bei 9482 Herzkatheteruntersuchungen ohne Angiokardiographie und 2885 Untersuchungen mit Angiokardiographie. Diese Untersuchungen erstrecken sich auf Erwachsene und Kinder. Dabei berichtet er über den letalen Ausgang der Kontrastmittelinjektion bei 4 Kindern: In 3 Fällen sah er ein Kontrastmitteldepot im Perikard und in einem Fall eine Herzbeuteltamponade nach Perforation durch den Katheter. Bei Säuglingen allerdings stellt er eine erhebliche Risikosteigerung durch die Angiokardiographie fest. Dies kann jedoch nicht nur der Angiokardiographie angelastet werden, sondern muß auch damit erklärt werden, daß gerade in dieser Altersgruppe ein hoher Prozentsatz der untersuchten Kinder schwere, komplexe Herzfehler mit geringer Überlebenschance hat. So kann besonders beim hypoplastischen Linksherz der relativ häufig letale Ausgang der Herzkatheteruntersuchung weniger auf die Untersuchungsmethode, als vielmehr auf den zugrundeliegenden Herzfehler zurückgeführt werden. Be trägt doch in diesen Fällen die mittlere Überlebenszeit nur wenige Tage (GRAHAM). So berichtet GRAHAM über 8 tödliche Zwischenfälle unter 1000 Herzkatheteruntersuchungen mit Angiokardiographie bei Säuglingen. Davon wurde in 7 Fällen die Diagnose hypoplastisches Linksherz gestellt. Eine Statistik der Zwischenfälle bei Angiokardiographien von BOPP et al. gibt bei 4000 Angiokardiogrammen von 2012 Patienten 45 Komplikationen an, davon verliefen 8 letal (2 %). Auch BOPP weist auf ein erhöhtes Risiko bei Säuglingen hin. KJELLBERG berichtet über 3 Todesfälle bei 340 Angiokardiogrammen, TUUTERI über 2 bei 457 Angiokardiogrammen. Das Risiko der Herzperforation beziffert KAZENELSON bei Kindern unter 4 Jahren mit 0,7 %, bei Säuglingen unter 6 Monaten mit 10 %. HAGAN weist auf die Möglichkeit der Fehldiagnose eines Ventrikelseptumdefekts hin, der nach vorheriger Perforation des Ventrikelseptums durch rasche Kontrastmittelinjektion auftreten kann. Im allgemeinen wird

der rasch ansteigende Druck in der nächsten Umgebung des Katheters, der durch den schnellen Kontrastmittelfluß verursacht wird, durch den intrakardiellen Blutstrom gemildert (NADAS). Kritische Situationen können entstehen bei abnormer Lage der Katheterspitze in Lücken des stark hypertrophierten Myokards. Die geringen Gefäßdurchmesser, die dünnen Gefäßwandungen und das geringe zirkulierende Blutvolumen, vor allem bei kleinen Kindern, sind dementsprechend mit wesentlichen Ursachen des erhöhten Risikos der Angiokardiographie bei Kindern (KROVETZ). NADAS berichtet noch von der Gefahr des exzessiven Blutdruckanstiegs im linken Ventrikels und des möglichen Lungenödems. Er empfiehlt deshalb eine Kontrastmittelgesamtdosis von 2 ml/kg Körpergewicht und nur in Ausnahmefällen bis zu 5 ml/kg Körpergewicht.

Auch nach unseren Untersuchungen sind schwere Zwischenfälle bei der Angiokardiographie selten. Ein tödlicher Zwischenfall bei 600 Untersuchungen ergibt eine Letalität von 0,16 %, bzw. von 0,08 %, wenn die anderen Orts (RITZMANN) beschriebenen restlichen Untersuchungen im selben Zeitraum berücksichtigt werden (vgl. BOPP, KJELLBERG). Die Auswertung der in den Jahren 1971 bis 1973 an unserer Klinik erfolgten Herzkatheteruntersuchungen einschließlich Angiokardiographien erfolgte wie eingangs erwähnt nach Diagnosen getrennt. Die drei intramuralen Kontrastmittelinjektionen entsprechen 0,5 %, bezogen auf die Gesamtzahl der Untersuchungen. Im Vergleich mit anderen Untersuchern ist dies ein verhältnismäßig niedriger Prozentsatz (siehe oben). Sehr häufig ist dagegen das Auftreten einzelner Extrasystolen während der Angiokardiographie. Nur 26,8 % der Untersuchungen verliefen ohne Extrasystolen, in 64,7 % kam es zu einzelnen Extrasystolen, die in 47,5 % gleich zu Beginn der Kontrastmittelinjektion einsetzten, und in den restlichen 17,2 % erst nach der fünften Herzaktion oder noch später. Das überwiegend gleichzeitige Einsetzen

von Extrasystolen mit Injektionsbeginn läßt als Ursache die spontan auftretende Drucksteigerung vermuten, wobei ein mechanischer Dehnungsreiz auf das Myokard ausgeübt wird (BEUREN). Bei genauer Durchsicht der Angiokardiographiefilme und der Protokolle zeigt sich, daß ein hoher Injektionsflow auch bei der ausschließlichen Verwendung endständig verschlossener Angiokardiographiekatheter mit seitlichen Perforationen zu einer erheblichen Rückstoßbewegung des Katheters führt. Die Irritation des Myokards löst deswegen gerade in der Anfangsphase der Kontrastmittelinjektion ventrikuläre Extrasystolen aus. In 8,5 % aller Untersuchungen traten Kammertachykardien oder durchgehend Extrasystolen auf. Wie aus Tabelle 9 hervorgeht, beschränkten sich diese ausschließlich auf Injektionen in den linken oder rechten Ventrikel. Bei Injektionen in alle übrigen Bereiche des Herzens blieb es bei einzelnen Extrasystolen. Patienten mit Aorten- oder Pulmonalstenosen zeigen im Vergleich zu anderen Herzfehlern eine starke Häufung von Kammertachykardien und durchgehenden Extrasystolen (Tab. 17). Es scheint, daß der erhöhte Druck im rechten bzw. linken Ventrikel das Zustandekommen der oben aufgeführten Rhythmusstörungen begünstigt, d.h. das Myokard ist in diesen Fällen besonders empfindlich gegenüber rasch einsetzenden Dehnungsreizen und mechanischer Irritation.

Eine Kontrastmittelallergie auf Conray 70 führte in 2 Fällen zu Komplikationen, die aber durch intravenöse Gabe von Cortison schnell beherrscht wurden. Nebenwirkungen auf Grund der Hyperosmolarität des Kontrastmittels (KROVETZ) konnten nicht festgestellt werden. Das könnte seine Ursache darin haben, daß wir während der Untersuchung kontinuierlich intravenös Flüssigkeit zuführten (Glucose 5 %ig) nicht nur über den Herzkatheter sondern auch über ein zusätzlich liegendes Infusionssystem.

Geeignete Maßnahmen, die bei Angiokardiographien auftretenden Herzrhythmusstörungen zu verringern, sind die Verwendung endständig verschlossener Katheter, die Kontrolle der Katheterlage unmittelbar vor der Injektion, die Fixierung des Katheters während der Injektion (LOOGEN) und die Verwendung von Ballonkathetern, die eine Penetration der Katheterspitze in das subendokardiale Gewebe verhindert (SWAN).

8. Unterschiede bei kontinuierlicher und intermittierender Kontrastmittelinjektion:

Die Angiokardiographien wurden nach zwei verschiedenen Injektionstechniken durchgeführt: kontinuierlich und intermittierend. Die getrennte Betrachtung der Häufigkeit von Herzrhythmusstörungen bei beiden Methoden erlaubt, einen Vergleich zu ziehen. Abbildung 13 zeigt die Verteilung der Angiokardiographien auf die verschiedenen Herzhöhlen und die dabei aufgetretenen HRSt. bei intermittierender und kontinuierlicher Injektion des Kontrastmittels. Bei 600 Angiokardiographien wurden 455 mal = 75,8 % kontinuierliche Injektionen und 145 mal = 24,2 % intermittierende Kontrastmittelinjektionen vorgenommen. Über die Vorteile der intermittierenden Kontrastmittelinjektion berichtet ausführlich N. SCHAD, der die Herzphasensteuerung der Kontrastmittelinjektion ausgearbeitet und eingeführt hat. Danach ergeben sich bei intermittierender Kontrastmittelinjektion folgende Vorteile:

- a) weniger Kontrastmittel wird benötigt, da nur systolisch (Vorhöfe) oder diastolisch (Ventrikel) injiziert wird, bei mehreren aufeinander folgenden Injektionen kann die Anreicherung des Kontrastmittels ausgenutzt werden. Die Untersuchung wird besser vertragen als bei kontinuierlicher Injektion und kann mit Ausnahme von Säuglingen und Kleinkindern ohne Narkose durchgeführt werden.
- b) Beobachtungszeit wird gewonnen, insbesondere bei Tachykardien. Bei kontinuierlicher Injektion wird das

Kontrastmittel in sehr kurzer Zeit weggespült.

c) Mehr Kontraste entstehen, die sich häufiger ändern als bei kontinuierlicher Injektion, mehr Information wird gewonnen.

d) Die Gefahr der intramuralen Injektion ist gebannt, da keine Injektion bei sich kontrahierendem Myokard erfolgt.

e) Es wird ein kleineres Volumen injiziert und damit die Hämodynamik weniger gestört.

Nach den bei unserer Untersuchung gewonnenen Daten lassen sich die beiden Methoden nur in Bezug auf ihre Auswirkungen auf den Patienten vergleichen. Die 3 bereits geschilderten Fälle intramuraler Kontrastmittelinjektionen ereigneten sich alle bei kontinuierlicher Injektionstechnik. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die kontinuierliche Kontrastmittelinjektion in 3/4, die intermittierende nur in 1/4 der Fälle angewandt wurde. Ein Vergleich beider Gruppen ist deshalb nur mit Einschränkungen möglich. Ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Methoden zeigt sich bei den aufgetretenen Rhythmusstörungen. Wie in Tabelle 9 und 17 und Abbildung 13 dargestellt, sind bei kontinuierlichen Kontrastmittelinjektionen 30 % der Patienten ohne Herzrhythmusstörungen geblieben, bei intermittierender nur 18 %. Diese Differenz von 12 % verringert sich allerdings auf 4 % bei den schweren Herzrhythmusstörungen. In 12 % aller Untersuchungen kam es nach intermittierender Kontrastmittelinjektion zu Kammertachykardien oder durchgehenden Extrasystolen, bei kontinuierlicher nur in 8 %. Die intermittierende Kontrastmittelinjektion bewirkt nach unseren Untersuchungsergebnissen mehr Extrasystolen und Kammertachykardien als die kontinuierliche. Ähnliche Ergebnisse schildert eine weitere Untersuchung während des selben Zeitraumes an unserer Klinik (RITZMANN). Als Ursache für die häufigen Extrasystolen und Kammertachykardien nach intermittierender Kontrastmittelinjektion wäre die

Tabelle 17: Herzfehler und HRSt. bei

a) intermittierender

b) kontinuierlicher Kontrastmittelinjektion

a)

b)

	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Aortenstenose	10	11	6	2	2	31	22	30	18	2	9	81	112	81
Pulmonalstenose	3	34	10	3	7	57	29	40	20	2	7	98	155	104
FALLOT	2	15	1		1	19	15	43	17	1	2	78	97	57
TGA	1	5	3	1		10	25	50	8			83	93	56
hypopl. Rechtsherz	1	2				3	20	18	9		1	48	51	30
hypopl. Linksherz	7	5				12	7	2	2			11	23	11
Zustand nach OP		2	2			4	14	11	7	3	4	39	43	33
Zustand nach Palliativ-OP	2	6			1	9	3	11			3	17	26	18
Summe	26	80	22	6	11	145	135	205	81	8	26	455	600	390

I ohne HRSt.

II HRSt. anfangs

III HRSt. nach der 5. Aktion

IV durchgehend Extrasystolen

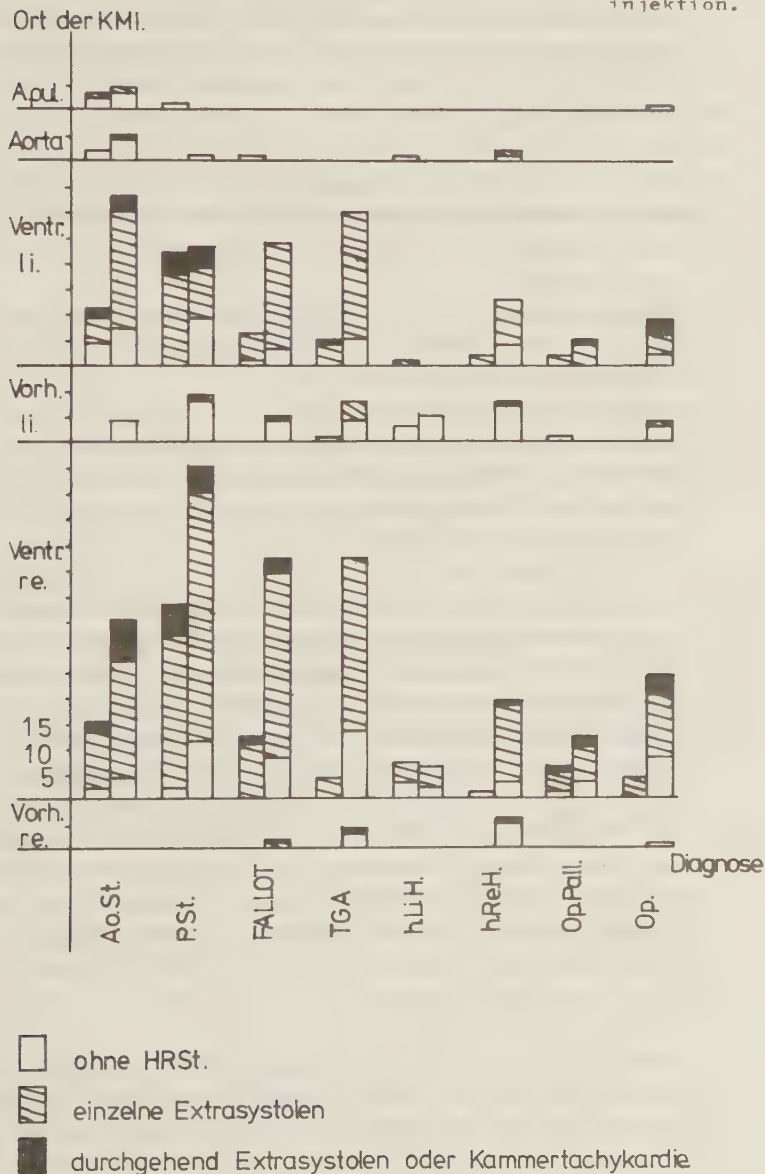
V Kammertachykardie

VI Summe

VII Gesamtsumme

VIII Anzahl der Patienten

Abb. 13: Verteilung der Angiokardiographien auf die verschiedenen Herzhöhlen und dabei aufgetretene Arrhythmien bei intermittierender (linke Seite) und kontinuierlicher (rechte Seite) Kontrastmittelinjektion.



kurz aufeinander folgende Reizung des Myokards durch den auftreffenden Kontrastmittelstrahl zu diskutieren, der bei jeder Herzaktion unterbrochen wird. Unter diesem Gesichtspunkt liegen uns keine Ergebnisse anderer Untersucher vor.

IV ZUSAMMENFASSUNG

Grundlage dieser Untersuchung sind 459 Herzkatheterungen an unserer Klinik während der Jahre 1971 - 1973. Dabei wurden folgende Diagnosen erstellt:

Aortenstenose

Pulmonalstenose

FALLOT-Symptomenkomplex

Transposition der großen Gefäße

Hypoplastisches Linksherz

Hypoplastisches Rechtsherz

Zustand nach Palliativoperation

Zustand nach korrigierender Operation

Seltene Herzfehlbildungen.

In 41,2 % dieser Untersuchungen traten Herzrhythmusstörungen auf. Häufigste Arrhythmien waren: Kammertachykardie (13,7 %), atrioventrikulärer Block 1. und 2. Grades (6,3 %) und Sinusbradykardie (3,7 %). Im Verlauf der Untersuchungen oder innerhalb von 24 Stunden nach ihrer Beendigung verstarben 15 Patienten (Gesamtletalität 1,6 %).

Die Häufigkeit der HRSt. war unterschiedlich bei Patienten verschiedener Diagnosen. Die meisten Arrhythmien waren festzustellen bei Kindern mit Transposition der großen Gefäße. Es folgen Kinder mit Aortenstenose, FALLOT-Symptomenkomplex, hypoplastisches Rechtsherz und hypoplastisches Linksherz.

Ebenso war die Art der beobachteten HRSt. abhängig vom bestehenden Vitium cordis. Kammertachykardien traten gehäuft auf bei Patienten mit Aorten- oder Pulmonal-

stenosen, während atrioventrikuläre Überleitungsstörungen mehr bei Patienten mit Transposition der großen Gefäße zu sehen waren.

Art und Häufigkeit der HRSt. zeigten Zusammenhänge mit dem Alter der untersuchten Kinder. So neigten Säuglinge eher zu Arrhythmien und hier mehr zu atrioventrikulären Überleitungsstörungen als ältere Kinder. Die wenigsten Arrhythmien waren bei Patienten im Kleinkindesalter zu verzeichnen. Kinder über 6 Jahren reagierten dagegen oft mit Kammertachykardien auf die Untersuchung.

Die ermittelten Zusammenhänge wurden anhand des χ^2 -Testes für Mehrfeldertafel überprüft.

Bei 390 Patienten wurden im Verlauf der Untersuchungen 600 Angiokardiogramme angefertigt, davon erfolgten 455 mit kontinuierlicher und 145 mit intermittierender Injektion des Kontrastmittels. An Herzrhythmusstörungen waren fast ausschließlich Extrasystolen aufgetreten (64,7 %). Die meisten Extrasystolen waren sofort nach Injektionsbeginn zu verzeichnen, nur in 17,2 % waren diese durchgehend oder es kam zu Kammertachykardien. Bei kontinuierlicher Injektion des Kontrastmittels fielen weniger Arrhythmien auf als bei intermittierender. Wir führten dies zurück auf die kurz aufeinander folgende Reizung des Myokards durch den Kontrastmittelstrahl bei intermittierender Injektionsweise.

Literaturverzeichnis

- AINGER, L.E.: Cerebrovascular Accidents Occuring as a
Complication of Cardiac Catheterization.
Am.J.Dis.Child 98, 788 (1959).
- BAGGER, M. et al.: On Methods and Complications in
Catheterization of Heart and Large Vessels,
with and without Contrast Injection.
Am.Heart J. 54, 766 (1957).
- BAYER, O., F. LOOGEN, H. WOLTER: Die Herzkatheterisie-
rung bei angeborenen und erworbenen Herz-
fehlern.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1967).
- BEUREN, A.J.: Die angiokardiographische Darstellung kon-
genitaler Herzfehler.
Verlag Walter De Gruyter & Co., Berlin (1966).
- BJÖRK, V.O. et al.: Sequelae oft Left Ventricular Puncture
with Angiocardiography.
Circul. 24, 204 (1961).
- BLACK, J., D. MOORE, S. CORTES, E.C. LAMBERT: Atrioven-
tricular Block as a Complication of Cardiac
Catheterization in Infants and Children.
J.Peds. 69, 364 (1966).
- BOPP, P., P.C. FORNET, B. HAENNI, R. VALLET: Risques et
complications du cathétérisme et de
L'angiocardiographie.
Schw.Med.Wschr. 102; 1497 (1972).
- BRAUNWALD, E.: Deaths, Related to Cardiac Catheteri-
zation.
Circul. Suppl. III, 37, III-17 (1968).

- BUCHS, S.: Abriß einer großen Vene infolge Knoten-
bildung bei der Herzkatheterisierung
eines Säuglings.
Am.paediat. 193, 312 (1959).
- CHENG, T.O.: Myocardial Infarction Following Transmural
Extravasation of Contrast Medium during
Left Ventricular Cineangiography.
Circul. 28, 105 (1963).
- COURNAND, A., R.J. BING, L. DEXTER, C.T. DOTTER, L.N. KATZ,
J.V. WARREN, E.H. WOOD: Report of Committee
on Cardiac Catheterization and Angiocardi-
ography of the American Heart Association.
Circul. 7, 769 (1953).
- FREED und ROSENTHAL: Complete Heart Block after Cardiac
Catheterization: A Rare Complication.
Peds 51, 935 (1973).
- GILLADOGA A.C., A.R. LEVIN, W.J. DEELY, M.A. ENGLE: Cardiac
Catheterization and Febrile Episodes.
J.Peds. 80: 215 (1972).
- GOULD, L.: Penicillin Prophylaxis Cardiac Catheterization.
JAMA, 202, 662 (1967).
- GRAHAM, G.R.: Diskussionsbemerkung, Jahrestagung der
Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische
Kardiologie 1973, Erlangen. S. 153.
- HAGAN, A.D., J.N. TRONE: Ventricular Septal Perforation
Following Left Ventricular Angiography.
Am.J.Cardiol. 22, 885, (1968).
- HILBISH, T.F., J.R.L: Complications of Selective Angio-
cardiography.
Radiol. 75, 197 (1965)

- Mc INTOSH, H.D.: Arrhythmias
Circul. Suppl. III, 37, III-27 (1968)
- KAZENELSON, G., R.D. ROWE, H.W. BENDER, J.A. HALLER:
Nonfatal Accidental Atrial Perforation
During Cardiac Catheterization in the
Newborn.
J.Peds. 127, 69 (1966).
- KECK, E.W. Pädiatrische Kardiologie.
Verlag Urban & Schwarzenberg, München-
Berlin-Wien, 1972.
- KEITH, J.D., J.D. ROWE, P. VLAD: Heart Disease in Infan-
cy and Childhood.
Macmillan Company, New York (1966).
- KJELLBERG, S.R., E. MANNHEIMER, U. RUHDE, B. JONSSON:
Diagnosis of Congenital Heart Disease.
Chicago, The Year Book Publishers, Inc. (1955).
- KREIDBERG, M.B., H.L.: Ineffectiveness of Penicillin
Prophylaxis in Cardiac Catheterization.
J.Peds. 66: 286 (1965).
- KROVETZ, L.J., D.R. SHANKLIN, G.L. SCHIEBLER, GAINESVILLE:
Serious and Fatal Complications of Cathete-
rization and Angiocardiography in Infants
and Children.
Am.Heart.J. 70, 39 (1968).
- LAMBERT, E.C.: Congenital Cardiac Anomalies in the New-
born.
Peds. 37, 343 (1966).
- LANDTMAN, B.: Mechanically Induced Disturbances in the
Heart Action.
Acta paed. (Upps.) 31, 39 (1958).

- LEHMAN, J.S. et al.: Cardiac Ventriculography: Practical considerations.
Progr.cardiovasc.Ris. 2, 52 (1959).
- LEVIN, A.R., SPACH, M.S., P.A.W. ANDERSON, M.P. CAPP:
Cardiac Perforation Following left Ventricular Cineangiocardiology.
Circul. 32, 593 (1965).
- LURIE, P.R., M.Z. GRAJO: Accidental Cardial Puncture During Right Heart Catheterization.
Peds, 29, 283 (1962).
- MICHEL, J.C. et al.: Arrhythmias During Intracardiac Catheterization.
Circul. 2, 240 (1950).
- MILSTEIN, B.B.: Am.Roy.Coll.Surg. England 19, 69 (1956).
- NADAS, A.S., D.C. FYLER: Pediatric Cardiology 12, W.B. Saunders Company, Philadelphia. London-Toronto (1973).
- PONSDOMENECH, E.R. u. O.B. NUNEZ: Heart Puncture in Man for Diodrast Visualization of the Ventricular Chambers and Great Arteries. Its Experimental and Anatomio-Physiological Bases and Techniques.
Am.Heart.J. 41, 451 (1952).
- RITZMANN, E.: Herzhrythmusstörungen während der Herzkatheteruntersuchung und Angiokardiographie bei Kindern mit acyanotischen angeborenen Herzfehlern (Diss. 1976, Erlangen).
- RUDOLPH, A.M.: Complications Occuring in Infants and Children.
Circul. Suppl. III, 37, III-59 (1968).

- RUDOLPH, A.M., G.G. CAYLER: Cardiac Catheterization in Infants and Children.
Pediat.Clin.N.Amer. 5, 907 (1958).
- SACHS, L.: Statistische Auswertungsmethoden.
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1972).
- SANDE, M.A., M.E. LEVINSON, D.S. LUKAS, D.KAYE: Bacteraemia Associated with Cardiac Catheterization.
N.Engl.J.Med. 281, 1104 (1969).
- SCHAD, N.: Die intermittierende Kontrastmittelinjektion in das Herz.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1967).
- SCHAD, N., J.P. STUCKY, H. BRUNNER, J. WELLAUER: Die Angiokardiographie durch intermittierende, herzphasengesteuerte Kontrastmittelinjektion bei angeborenen Herzfehlern.
Am.Radiol. 11, 422 (1968).
- SCHWEIZER, W.: Electrocardiographic Observations in 300 Cardiac Catheterizations.
Arch.Kreislaufforschg. 26, 1 (1957).
- SCHWINGSHACKL, A., J. HAMMERER: Zur Problematik der präoperativen Diagnostik kongenitaler Vitien bei Neugeborenen und Säuglingen.
Päd.u.Pädol. 8, 336 (1973).
- SONES, F.M. jr.: Heart Catheterization in Infancy. Physiological Studies.
Peds. 16, 544 (1955).

- SONES, F.M. jr.: Cine-Cardio-Angiography.
Ped.Clin.North Am. 5, 945 (1958).
- STAMPBACH, O., H. OPITZ u. F. SCHMID: Handbuch der
Kinderheilkunde.
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New
York (1966).
- STANGER, P., M. HEYMANN, H. TARNOFF, J. HOFFMANN, A.M
RUDOLPH: Complications of Cardiac Catheterization of Neonates, Infants and
Children.
Circul. 50, 595 (1974).
- STRAUBE, K.R., C.T. DOTTER, J. O'DELL: Death Following
Selective Right Ventricular Angiocardiography.
Radiol. 80, 616 (1963).
- SWAN, H.J.: Angiocardiography.
Circul. Suppl. III, 37, III-81 (1968).
- TUUTERI, L., E.J. WALLGREN, J. MÄKINEN: Major Complications of Cardiac Catheterization and Angiocardiography.
Am.Paediat.Fenn. 13: 104 (1967).
- VARGHESE, P.J., J. CELERMAJER, T. IZUKAWA, J.A. HALLER,
R.D. ROWE: Cardiac Catheterization in the
Newborn: Experience with 100 Cases.
Peds. 44, 24 (1969).
- VENABLES, A.W. and H.G. HILLER: Complications of Cardiac
Investigation.
Brit.Heart J. 25, 334 (1963).
- VESTERMARK, S.: Cardiac Angiocardiography and Catheterization in Infants.
Cardiol. 45, 91 (1964).

- VINCE, D.J.: Cardiac Catheterization in the First Year of Life: An Assessment of Risk.
Canad.Med.Ass.J. 98, 386 (1968).
- WENNEVOLD, A., J. CHRISTIANSEN, O. LINDENEG: Complications in 4413 Catheterizations of the Right Side of the Heart.
Am.Heart J. 69, 173 (1965).
- WESSELHOEFT, H., J. KEUTEL, G. SPELGER, B. SCHMIDT, U. POMMER, A.J. BEUREN: Das Risiko der Herzkatheterisierung und Angiokardiographie im ersten Lebensjahr.
Z.Kardiol. 64, 93 (1975).
- WICK, E.: EKG-Veränderungen bei der Herzkatheterisation.
Z.Kreislaufforsch. 49, 309 (1960).
- WINCHELL, P.: Infectious endocarditis as a result of contamination during cardiac catheterization.
N.Engl.J.Med. 218, 245 (1953).
- WINER, A.S. et al.: J.A.M.A. 151, 1435 (1953).
- ZIEGLER, R.F.: Clinical Cardiac Catheterization in Infants and Children.
Pediat.Clin.North Am. 1, 93 (1954).
- ZIMDAHL, W.T.: Disorders of the Cardiovascular System Occuring with Catheterization of the Right Side of the Heart.
Am.Heart J. 41, 204 (1951).

LEBENS LAUF

Am 16. Oktober 1948 wurde ich, Willibold Schiffelholz, als fünftes Kind des Angestellten Josef Schiffelholz und seiner Ehefrau Coletta, geb. Häfele, in Illertissen/ Bayern, geboren.

Schulausbildung:	1954 - 1958 Volksschule Illertissen 1958 - 1967 mathematisch- naturwissenschaftliches Gymnasium, Kolleg der Schul- brüder in Illertissen
Reifeprüfung:	21. Juli 1967
Wehrdienst:	1967 - 1970 drei Jahre frei- willige Verpflichtung
Studium:	WS 1970 - SS 1976 Medizin an der Friedrich-Alexander- Universität Erlangen
Staatsexamen:	Ärztliche Prüfung am 4.8.1976

Erlangen, im August 1976

Willibold Schiffelholz

Copy-Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131-26197